



Nuno  
Serra Agostinho

Instrumentos Meteorológicos de uma Estação  
Clássica Virtual no Ensino das Ciências



**Nuno  
Serra Agostinho**

## **Instrumentos Meteorológicos de uma Estação Clássica Virtual no Ensino das Ciências**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física e Química, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar de nomeação definitiva do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

**o júri**

presidente

**Doutora Lucília Maria Pessoa Tavares Santos**

Professora Associada da Universidade de Aveiro

vogais

**Doutor José Paulo Cerdeira Cleto Cravino**

Professor Auxiliar da Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro

**Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia**

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Desejo exprimir a minha gratidão ao meu orientador Professor Doutor Mário Talaia pelo interesse, apoio, amizade, colaboração e orientação prestados durante a realização deste trabalho.

Quero, igualmente, agradecer aos Professores do Mestrado em Ensino de Física e Química as palavras de força e incentivo que, com amizade, me deram ao longo dos dois anos. Por este facto agradeço também à Universidade de Aveiro o apoio e o suporte material facultado.

Agradeço também, pelas muitas razões profissionais e pessoais que os próprios bem conhecem, ao Professor Doutor António Batel Anjo, ao Vitor Fernandes, ao Jorge Santos, ao Amílcar Braz, ao Carlos São Pedro e à Susana Peixoto.

À minha família, em especial à minha avó e sobrinha Mariana por todos os gestos de carinho demonstrados diariamente.

À minha Mãe e ao meu Pai, por sempre terem acreditado, incentivado e apoiado nesta etapa académica da minha vida.

À minha irmã e cunhado por toda a força e motivação que me transmitiram.  
À Sara, a minha namorada, pelos sacrifícios a que esta dissertação e o seu atribulado trajecto a obrigaram.



## resumo

As Visitas de Estudo são consideradas, tanto pela investigação, como pelo Currículo Nacional do Ensino Básico, como recursos dotados de inúmeras potencialidades educativas, desde que a sua preparação seja cuidada. As Visitas de Estudo são uma das estratégias mais utilizadas pelos Professores para motivar os seus alunos, para a vivência de experiências de aprendizagem de forma activa e contextualizada, numa perspectiva global e interdisciplinar.

No âmbito desta dissertação aborda-se o desenvolvimento e a adaptação de uma ferramenta cognitiva, baseada no computador, para o tema Sustentabilidade na Terra – Mudança Global – Tempo Atmosférico.

A inserção de tecnologias em ambiente de sala de aula necessita de estudos prévios, de modo a verificar os seus efeitos. Numa primeira abordagem, efectuou-se uma pesquisa sobre o estado da arte da aplicação e desenvolvimento de ferramentas cognitivas no ensino/aprendizagem. Tendo em conta a necessidade de haver uma preparação cuidada das Visitas de Estudo e o carácter motivador das tecnologias em ambiente de sala de aula, desenvolveu-se uma ferramenta cognitiva com base na Realidade Virtual, Estação Meteorológica Clássica Virtual da Universidade de Aveiro, EMC-UA.

A ferramenta desenvolvida permite a preparação, realização e análise sobre a Visita de Estudo. Também irá ampliar e reestruturar o funcionamento cognitivo dos alunos durante a aprendizagem. É objectivo desta ferramenta envolver os alunos em processos cognitivos, enquanto constroem o seu conhecimento.

A interligação entre a teoria e a prática, escola e a realidade é aqui promovida, fornecendo às escolas uma oportunidade para se adaptarem à sociedade de informação e proporcionar aos seus alunos um ambiente de aprendizagem mais profícuo e interessante.

## **abstract**

School trips are considered to be resources full of extraordinary educational opportunities, according to what is defined by investigators and in the Currículo Nacional do Ensino Básico, as long as they are carefully prepared. School trips represent one of the most used strategies by teachers to motivate their students and to promote active and balanced learning experiences, in a global and interdisciplinary perspective.

In this thesis, we will reveal the development and adaptation of a cognitive tool, based on computers, that aims at studying the topic of Sustainability on Earth - Global Change - Atmospheric.

The integration of technologies in the classrooms needs to be prepared by preceding studies that predict and test its effects. Therefore, and firstly, we did some research about the state of the art as far as the application and development of cognitive tools in the learning process is concerned. Moreover, considering the necessity to assure a careful preparation of school trips and the encouraging aspect of having technologies in the classrooms, we have developed a cognitive tool based on “Realidade Virtual, Estação Meteorológica Clássica Virtual da Universidade de Aveiro, EMC - UA”.

The developed tool enables the preparation, realization and analysis of school trips. It will also enlarge and restructure students' cognitive working process throughout the learning experience. It, thus, aims at involving students in learning processes while acquiring their knowledge.

The interconnection between theory and practice, school and reality, is, therefore, promoted here, providing schools with an opportunity to adapt to the society of information and to offer their students a more interesting and productive learning environment.

# Índice

<b>Índice</b>	<b>1</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>3</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>5</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>11</b>
1.1 Contextualização teórica e realidade portuguesa . . . . .	13
1.2 Competências Específicas para a Literacia Científica dos Alunos do Ensino Básico	15
1.3 Objectivos do estudo e definição do problema . . . . .	18
1.4 Organização da dissertação . . . . .	20
<b>2 Enquadramento teórico do estudo</b>	<b>21</b>
2.1 A teoria de Vygotsky no processo aprendizagem . . . . .	21
2.2 Visitas de Estudo e o Ensino das Ciências . . . . .	24
2.3 Condicionantes da organização das Visitas de Estudo . . . . .	26
2.4 Visitas de Estudo e os diversos contextos de aprendizagem . . . . .	37
2.5 As Visitas de Estudo nas orientações curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico	41
<b>3 Educação-tecnologia em Portugal</b>	<b>45</b>
3.1 A tecnologia na aprendizagem . . . . .	45
3.2 Desenvolvimento cognitivo . . . . .	48
3.3 Software educativo . . . . .	55
3.4 Aplicações da Realidade Virtual em Educação . . . . .	61
<b>4 Estação Meteorológica Clássica</b>	<b>67</b>
4.1 Educação Ambiental . . . . .	67
4.2 Sustentabilidade na Terra–Mudança Global-Tempo Atmosférico . . . . .	70
4.3 Mapa de conceitos . . . . .	71
4.4 Descrição e previsão do tempo atmosférico . . . . .	75
4.5 A atmosfera terrestre . . . . .	75
4.6 O tempo atmosférico . . . . .	79
4.7 As redes de Estações Meteorológicas . . . . .	79
4.8 Instrumentos e métodos de observação . . . . .	82

---

4.9	Determinação da temperatura . . . . .	94
4.10	Medição da pressão atmosférica . . . . .	108
4.11	Medição da humidade relativa do ar . . . . .	109
4.12	Medição do vento à superfície . . . . .	117
4.13	Observações das Nuvens . . . . .	126
4.14	Medição da precipitação . . . . .	135
4.15	Medição da visibilidade . . . . .	144
4.16	Medição da evaporação . . . . .	148
4.17	Medição da insolação . . . . .	160
<b>5</b>	<b>Relação entre parâmetros meteorológicos registados na estação meteorológica</b>	<b>169</b>
5.1	Ambiente atmosférico no ensino das Ciências: um estudo mais abrangente . .	169
<b>6</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>185</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>189</b>

# Lista de Tabelas

4.1	Escala usada para registrar a quantidade de nuvens . . . . .	128
4.2	Classificação simples das nuvens segundo as suas dimensões e altura da base .	129

# Lista de Figuras

1.1	Esquema organizador dos quatro temas (Ministério da Educação, 2001) . . . .	18
2.1	Modelo para averiguar a efectividade de uma actividade prática [adaptado de Millar et al. (1999)] . . . . .	27
2.2	Sugestão de idealização, preparação e concretização de Visitas de Estudo (Freitas, 2000) . . . . .	27
2.3	As primeiras componentes do “Espaço Novidade” [citado em Almeida (1998)]	29
2.4	Menu principal da ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação . . .	29
2.5	Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados . . . . .	31
2.6	Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados . . . . .	32
2.7	Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados . . . . .	33
2.8	Exemplo de uma tabela de dados para reflexão proposto na ferramenta no menu Dados . . . . .	35
2.9	Gráfico obtido a partir do exemplo proposto na ferramenta no menu Dados .	36
2.10	Gráfico obtido a partir do exemplo proposto na ferramenta no menu Dados .	36
2.11	Contextos de aprendizagem não formal e informal em Ciências [adaptado de Eshach (2007)] . . . . .	37
2.12	Modelo contextual da aprendizagem informal, em contextos fora da escola [adaptado de Falk e DierKing (2000)] . . . . .	40
2.13	Relação entre os domínios cognitivo e afectivo e os factores que influenciam a aprendizagem fora do contexto escolar (Eshach, 2007) . . . . .	41
2.14	Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra” . . . . .	43
3.1	Visualização da EMC-UA no Território Nacional recorrendo à ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação . . . . .	47
3.2	Visualização do ambiente virtual da EMC-UA . . . . .	47
3.3	Atitudes positivas face às TIC (Paiva, 2002) . . . . .	48
3.4	Visualização em ambiente virtual da EMC-UA. Ferramenta concebida para apoio ao tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ . . . . .	59
3.5	Realidade Virtual imersiva - EMC-UA recorrendo ao Google Earth . . . . .	60
3.6	Realidade Virtual não imersiva - UMC-UA recorrendo a uma aplicação em Flash	60

3.7	Exemplo de tecnologias multimédia em educação - Localização da EMC-UA utilizando o Google Earth . . . . .	62
3.8	Estação Meteorológica Clássica “Virtual” recorrendo ao Google Earth . . . . .	63
3.9	Estação Meteorológica Clássica “Virtual” recorrendo a uma aplicação em Flash . . . . .	63
3.10	Aspecto gráfico da secção instrumentos . . . . .	65
3.11	Visualização em ambiente virtual da EMC-UA. Ferramenta concebida para apoio ao tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ . . . . .	66
4.1	Mapa de conceitos - Mudança Global . . . . .	73
4.2	Mapa de conceitos - Efeito Estufa . . . . .	74
4.3	Porção da atmosfera terrestre vista do espaço . . . . .	75
4.4	Camadas da atmosfera terrestre . . . . .	76
4.5	Componentes da atmosfera terrestre . . . . .	77
4.6	Rede de Estações Meteorológicas Nacionais . . . . .	80
4.7	Visualização da EMC-UA no Território Nacional recorrendo à ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação . . . . .	80
4.8	Visualização do ambiente virtual da EMC-UA . . . . .	81
4.9	Ambiente de visualização de instrumentos da EMC-UA . . . . .	83
4.10	Nónio. Escala móvel para subdividir a distância entre duas marcas de graduação da escala principal, fixa . . . . .	90
4.11	Ambiente virtual imersivo - localização e exposição dos instrumentos meteorológicos . . . . .	92
4.12	Ambiente virtual não imersivo - localização e exposição dos instrumentos meteorológicos . . . . .	93
4.13	Visualização em ambiente virtual não imersivo do abrigo meteorológico . . . . .	95
4.14	Visualização em ambiente virtual imersivo do abrigo meteorológico . . . . .	96
4.15	Visualização do abrigo meteorológico com a porta fechada . . . . .	96
4.16	Visualização do abrigo meteorológico com a porta aberta . . . . .	97
4.17	Visualização dos instrumentos colocados no interior do abrigo meteorológico . . . . .	98
4.18	Representação esquemática de como efectuar a leitura num termómetro de mercúrio . . . . .	99
4.19	Estrangulamento do tubo de um termómetro de temperatura máxima . . . . .	100
4.20	Movimento necessário à preparação de um termómetro de temperatura máxima . . . . .	100
4.21	Indicador do termómetro de temperatura mínima . . . . .	101
4.22	Esquema representativo do termo-higrógrafo existente na EMC-UA . . . . .	103
4.23	Perfil do termo-higrógrafo . . . . .	104
4.24	Fotografia do termómetro de temperatura mínima de relva apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	106

4.25	Fotografia dos termómetros de solo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	106
4.26	Fotografia dos termómetros no interior do solo descoberto apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	107
4.27	Esquema de montagem de um termómetro de solo . . . . .	107
4.28	Humidade relativa = 42% . . . . .	111
4.29	Humidade relativa = 100% . . . . .	111
4.30	Fotografia do psicrómetro - termómetro seco (à esquerda, vertical) e termómetro molhado (à direita, vertical) . . . . .	112
4.31	Fotografia do cata-vento apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	118
4.32	Para estimativa da velocidade do vento (adaptado de Bazzo e Ferreira (2000))	120
4.33	Esquema de um anemómetro totalizador . . . . .	121
4.34	Fotografia do anemómetro de conchas totalizador apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	122
4.35	Caderno diário das observações . . . . .	124
4.36	Página diária de observação e registos . . . . .	125
4.37	Cirrus . . . . .	130
4.38	Cirrocumulus . . . . .	130
4.39	Cirrostratus . . . . .	131
4.40	Alto cumulus . . . . .	131
4.41	Altostratus . . . . .	132
4.42	Nimbostratus . . . . .	132
4.43	Stratocumulus . . . . .	133
4.44	Cumulus humilis . . . . .	134
4.45	Cumulus congestus . . . . .	134
4.46	Cumulonimbus . . . . .	135
4.47	Fotografia do udómetro apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	136
4.48	Proveta graduada . . . . .	137
4.49	Visualização do udómetro em ambiente virtual da EMC-UA . . . . .	139
4.50	Visualização do udógrafo no ambiente virtual não imersivo . . . . .	141
4.51	Esquema do pluviómetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	142
4.52	Visualização do pluviómetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	143
4.53	Visualização da parte de cima do pluviómetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	143
4.54	Visualização da parte de baixo do pluviómetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	143
4.55	Evaporímetro de Piche. . . . .	152



4.56	Visualização da tina de evaporação apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	153
4.57	Esquema da tina de evaporação apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	154
4.58	Tanque de evaporação tipo “A” no ambiente virtual não imersivo . . . . .	154
4.59	Fotografia do tanque de evaporação tipo “A” apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	156
4.60	Fotografia do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	157
4.61	Fotografia do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	157
4.62	Esquema do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	157
4.63	Fotografia anemómetro de conchas apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	158
4.64	Fotografia do heliógrafo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	160
4.65	Fotografia do heliógrafo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	161
4.66	Esquema do heliógrafo apresentado no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo . . . . .	161
4.67	Visualização do heliógrafo da EMC-UA em ambiente virtual não imersivo . . . . .	161
4.68	Tiras de cartão para diferentes épocas do ano . . . . .	162
4.69	Exposição do heliógrafo no ambiente virtual imersivo . . . . .	163
5.1	Folha de registo mensal . . . . .	171
5.2	Folha de registo de dados - ficheiro Excel . . . . .	172
5.3	Temperatura do ar <i>vs</i> nebulosidade . . . . .	173
5.4	Humidade relativa do ar <i>vs</i> nebulosidade . . . . .	173
5.5	Humidade relativa ar <i>vs</i> temperatura . . . . .	174
5.6	Humidade relativa ar <i>vs</i> temperatura . . . . .	174
5.7	Temperatura <i>vs</i> dia . . . . .	175
5.8	Humidade relativa registada às 9 horas e diferença entre a temperatura do ar e da temperatura do termómetro molhado <i>vs</i> dia . . . . .	176
5.9	Temperatura máxima e mínima <i>vs</i> dia . . . . .	176
5.10	Temperatura <i>vs</i> dia . . . . .	177
5.11	Índice de Qualidade do ar, tempo e conselhos de saúde . . . . .	178
5.12	Classificação do IQar (valores em $\mu g/m^3$ ) . . . . .	179
5.13	Cenários para $CO_2$ até 2100 . . . . .	179
5.14	Cenários para a temperatura do ar até 2100 . . . . .	180
5.15	Relação entre concentração do ozono e temperatura . . . . .	181

---

5.16	Dados registados (valores médios diários)	181
5.17	Valores registados: cores da classificação do IQar	182

# Capítulo 1

## Introdução

O desenvolvimento de cidadãos conscientes, críticos e activos passa, entre outros aspectos, pela capacidade de os sujeitos encararem a educação e a aprendizagem como uma riqueza colectiva e não individual (UNESCO, 2003). A escola como instituição formal de instrução e ensino, as outras instituições públicas ou privadas e cada indivíduo são chamados a observar e reflectir sobre os problemas locais e globais a fim de os compreender e agir no sentido de inventariar soluções.

O Ensino das Ciências pode proporcionar um contributo valioso com vista à resolução dos problemas, envolvendo os alunos, os professores e outros intervenientes do processo educativo dos jovens na procura de soluções. O objectivo primordial do Ensino das Ciências deve ser a compreensão da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente, das relações entre umas e outras e das implicações na sociedade e, ainda, do modo como os conhecimentos sociais se repercutem nos objectos de estudo da Ciência e da Tecnologia (Cachapuz et al., 2002).

O Ensino das Ciências passou por um crivo de várias perspectivas, diferentes modos de olhar a ciência com finalidades distintas, a saber: Ensino Por Transmissão EPT (aquisição de conceitos), Ensino Por Descoberta EPD (compreensão de processos científicos), Ensino para a Mudança Conceptual EMC (mudança de conceitos) e Ensino Por Pesquisa EPP (construção de conceitos, competências, atitudes e valores). Esta última perspectiva afigura-se como a mais adequada aos propósitos do Ensino das Ciências, particularmente as ciências da natureza como a Física e a Química para dar respostas aos problemas reais de conteúdo inter e transdisciplinares visando a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade e voltado para o pensar e o agir. Desenvolvendo-se ambientes de aprendizagem onde a observação,

a experimentação, a previsão, a dúvida, o erro, estimulem os alunos no seu pensamento crítico e criativo (Cachapuz et al., 2002).

A teoria da cognição distribuída advoga que a inteligência não é um atributo individual, mas algo que se distribui nas relações dinâmicas entre pessoas, ambientes, situações e artefactos, “(...) *as a means of coping with the complexity of activities we often call mental*” (Pea, 1985). Desta forma a inteligência surge como algo que é “(...) *accomplished rather than possessed*” (Pea, 1985). Esta nova forma de encarar a construção e o desenvolvimento de inteligência potencializa-se através das contribuições da informática no sentido de enriquecer e diversificar as formas de encaminhar o processo ensino aprendizagem para realizar as actividades curriculares (Oliveira et al., 2001).

De acordo com UNESCO (2003), em termos de práticas educativas apropriadas ao século XXI, esta meta pressupõe a melhoria da qualidade da educação através da diversificação de conteúdos e métodos, promovendo a experimentação, a inovação, a difusão e partilha de informação e de boas práticas, sustentando-se e fazendo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). O recurso às TIC tem vindo a ganhar particular relevância. Vários investigadores têm afirmado reiteradamente, que a Ciência e a Tecnologia tem assumido um papel nuclear no desenvolvimento sustentável de uma sociedade baseada no conhecimento que atende à complexidade e actualidade de tudo o que nos rodeia.

Como tal, para que o Ensino das Ciências deixe de ser ministrado entre as quatro paredes da sala de aula e permita aos alunos transporem estas fronteiras limitadoras de modo a estender a sua formação a outros contextos físicos, torna-se necessário valorizar novos espaços de formação pessoal e conceptual dos alunos, criar condições para que os alunos acedam a todo e qualquer avanço tecnológico, e estimular um processo contínuo de formação, designado por aprendizagem ao longo da vida (Lucas, 2000; Rickinson et al., 2004; Kisiel, 2005).

Autores como Valente (1993) e Moran (2000) destacam a importância dos ambientes informatizados de aprendizagem, que propiciam a interacção e a pesquisa em ambientes colaborativos presenciais e virtuais.

As contribuições de Schön (1992) destacam-se como matriz epistemológica, no sentido de formar um professor “reflexivo”. Para Schön (1992), a atitude reflexiva deve acompanhar um triplo movimento, da reflexão na acção, na reflexão sobre a acção e na reflexão sobre a reflexão na acção. A postura reflexiva é essencial no contexto de mudanças, por romper com os padrões tradicionais de ensino com princípios normativos e homogeneizadores, assegurando

uma formação voltada para o aprender a aprender, mais adequada para formar o cidadão da era da informação.

## 1.1 Contextualização teórica e realidade portuguesa

Nas últimas décadas as sociedades têm vindo a experimentar um desenvolvimento económico associado ao desenvolvimento científico e tecnológico ao qual o sistema educativo não ficou alheio. As constantes reformulações no sistema educativo, reflectem a necessidade de satisfazer as exigências de uma sociedade com cada vez maior visibilidade para questões problemáticas, seja a nível científico ou ambiental. Cachapuz et al. (2002) consideram que “... *o desfasamento existente entre a aceleração científico/tecnológica das sociedades modernas e a definição de políticas educativas capazes de acompanhar as mudanças sentidas pela sociedade baseada no conhecimento*” tem sido fonte da cada vez mais premente necessidade em proceder à constante actualização de políticas educativas atentas à inovação, e consequente desenvolvimento de matrizes científicas e tecnológicas responsáveis pelo fomento de uma sociedade sustentável.

Numa sociedade que cada vez mais se assume como uma sociedade do conhecimento, e porque a nada do que é educativo são alheios os valores sociais, a realidade educativa foi objecto de transformação e de um consequente acréscimo de exigências feitas à Escola e aos Professores. Os contextos pedagógicos de hoje caracterizam-se pela heterogeneidade – ao nível social, económico, cultural, entre outros – exigindo respostas educativas diversificadas, gestão eficaz e significativa da sala de aula (ao nível dos recursos, comportamento) estratégias de ensino–aprendizagem distintas e adequadas às necessidades educativas específicas de cada um dos alunos que os integram.

Em 2001, com a Reorganização Curricular do Ensino Básico, e na sequência da aprovação e publicação no Diário da República do Decreto de Lei nº. 6/2001 de 18 de Janeiro, sobrevém uma transformação significativa no paradigma curricular em Portugal, a qual evidencia a necessidade de se evoluir de uma visão estreita do currículo, entendido como um conjunto de normas definidas pela administração educativa, a cumprir de modo supostamente uniforme por todas as escolas, para uma perspectiva que assuma a centralidade da escola na construção do currículo, articulando a matriz curricular estabelecida a nível nacional com os projectos curriculares desenvolvidos a nível de cada escola.

Ao estabelecer áreas curriculares disciplinares, a publicação do Decreto de Lei nº. 6/2001 de 18 de Janeiro, preconiza a visão de um ensino holístico de todas as áreas do conhecimento humano visando a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos. Neste sentido, é estabelecida a área das Ciências Físicas e Naturais (CFN) que integra, para o 3.º Ciclo do Ensino Básico (3º CEB), as disciplinas de Ciências Naturais (CN) e Ciências Físico-Químicas (CFQ). Esta área pluridisciplinar é estabelecida por forma a permitir uma visão holística das Ciências, numa perspectiva interdisciplinar, em que a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente deverá constituir uma vertente integrante e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos.

Uma outra característica do documento das Orientações Curriculares para as CFN é que os temas para as duas disciplinas, Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas, são os mesmos e foram concretizados em conteúdos e em sugestões de experiências educativas, convidando, deste modo, professores a fazerem escolhas adequadas aos seus alunos. O professor, profissional de educação, deve desenvolver uma prática pedagógica pautada pela criatividade e flexibilidade numa perspectiva de formação/actualização permanente. Todos estes aspectos legitimam-se pela necessidade de, no decorrer da sua prática pedagógica, identificar problemas, estabelecendo relações causais procurando formas de resolução possíveis à situação contextual.

Os temas, conteúdos e experiências educativas para as CN e para as CFQ são apresentados de uma forma paralela, por forma a estabelecer, implicitamente, pontos de interligação entre as duas disciplinas. O actual Currículo Nacional está a ser implementado, de um modo generalizado, desde o ano lectivo de 2002/2003, pelo que parece ser relevante e do maior interesse conceber uma ferramenta que permita uma articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ, promovendo a interligação entre teoria e prática, a escola e a realidade, estimulando a aprendizagem, motivando os alunos para as ciências.

Sendo assim, é compreensível a adopção das actuais linhas orientadoras direccionadas para o repensar do papel da escola na sociedade. Segundo a Lei de Bases do Sistema Educativo nº. 46/1986 de 14 de Outubro do Diário da República, o sistema educacional deve garantir uma formação geral comum a todos os portugueses, para que de uma forma livre, responsável e solidária sejam capazes, por um lado, de satisfazer as necessidades e ultrapassar as exigências resultantes do desenvolvimento de uma sociedade democrática, intervindo cívica e democraticamente na vida comunitária (artigo 7º) como também, e caso assim o preten-

dam, capacitá-los de uma bagagem cultural, científica, tecnológica, humanística, entre outras, suficiente para garantir o prosseguimento de estudos com sucesso (artigo 8º).

Fazer com que os cidadãos, de um modo geral, saibam aplicar conscientemente os seus saberes, faz parte da reorganização curricular do actual sistema de ensino, conforme consta no Decreto de Lei nº. 6/2001 de 18 de Janeiro. Neste documento regulador estão expressas um conjunto de competências e atitudes consideradas essenciais e estruturantes na resolução de uma grande variedade de questões problemáticas, que, dada a sua actualidade preocupam a Humanidade. Participar na melhoria da sociedade implica colocar os nossos saberes em acção (Cachapuz et al., 2002), aproveitando experiências anteriormente evidenciadas, sejam elas de cariz educacional ou pessoal, e que nos possam servir de ponto de referência para procurar entender uma determinada situação (Deryn e Watson, 1990; Wellington, 2000).

## **1.2 Competências Específicas para a Literacia Científica dos Alunos do Ensino Básico**

O desenvolvimento de competências específicas em diferentes domínios como o do conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes, exige o envolvimento dos alunos no processo ensino/aprendizagem, através de experiências educativas diferenciadas que a escola lhes proporciona. Estas, por um lado, vão de encontro aos seus interesses pessoais e, por outro, estão em conformidade com o que se passa à sua volta. As competências não devem ser entendidas cada uma por si, mas no seu conjunto. Desenvolvem-se em simultâneo e de uma forma transversal, na exploração das experiências educativas, com graus de profundidade diferente nos três ciclos de escolaridade, atendendo ao nível etário dos alunos (Ministério da Educação, 2001).

### **1.2.1 Conhecimento**

- Conhecimento substantivo – sugere-se a análise e discussão de evidências, situações problemáticas, que permitam ao aluno adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas, pessoais, sociais e ambientais.
- Conhecimento processual – pode ser vivenciado através da realização de pesquisa bi-

bibliográfica, observação, execução de experiências, individualmente ou em equipa, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizem dados estatísticos e matemáticos.

- Conhecimento epistemológico – propõe-se a análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a Ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as do senso comum, por outro, a ciência, a arte e a religião.

### 1.2.2 Raciocínio

Sugerem-se, sempre que possível, situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução. Tais situações devem promover o pensamento de uma forma criativa e crítica, relacionando evidências e explicações, confrontando diferentes perspectivas de interpretação científica, construindo e ou analisando situações alternativas que exijam a proposta e a utilização de estratégias cognitivas diversificadas.

### 1.2.3 Comunicação

Propõem-se experiências educativas que incluem uso da linguagem científica, mediante a interpretação de fontes de informação diversas com distinção entre o essencial e o acessório, a utilização de modos diferentes de representar essa informação, a vivência de situações de debate que permitam o desenvolvimento das capacidades de exposição de ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e a produção de textos escritos e/ou orais onde se evidencie a estrutura lógica do texto em função da abordagem do assunto. Sugere-se que estas experiências educativas contemplem também a cooperação na partilha de informação, a apresentação dos resultados de pesquisa, utilizando, para o efeito, meios diversos, incluindo as novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).



### **1.2.4 Atitudes**

Apela-se para a implementação de experiências educativas onde o aluno desenvolva atitudes inerentes ao trabalho em Ciência, como sejam a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efectuado, a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, a reformulação do seu trabalho, o desenvolvimento do sentido estético, de modo a apreciar a beleza dos objectos e dos fenómenos físico-naturais, respeitando a ética e a sensibilidade para trabalhar em Ciência, avaliando o seu impacto na sociedade e no ambiente.

Para o desenvolvimento das competências definidas propõe-se a organização do Ensino das Ciências nos três Ciclos do Ensino Básico em torno de quatro temas organizadores (Ministério da Educação, 2001):

- Terra no espaço
- Terra em transformação
- Sustentabilidade na Terra
- Viver melhor na Terra.

A coerência conceptual e metodológica dos quatro temas gerais tem subjacente a ideia estruturante que a seguir se apresenta e que se indica na Figura 1.1.

O esquema organizador da Figura 1.1 salienta a importância de explorar os temas numa perspectiva inter-disciplinar, em que a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos. Esta vertente assume um sentido duplo no contexto da aprendizagem científica ao nível da escolaridade básica e obrigatória. Por um lado, possibilita o alargar os horizontes da aprendizagem, proporcionando aos alunos não só o acesso aos produtos da Ciência mas também aos seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da Ciência e das suas aplicações tecnológicas na Sociedade. Por outro lado, permite uma tomada de consciência quanto ao significado científico, tecnológico e social da intervenção humana na Terra, o que poderá constituir uma dimensão importante em termos de uma desejável educação para a cidadania.

Atente-se a que qualquer dos temas envolve as componentes Científica, Tecnológica, Social e Ambiental, embora seja diferente a ênfase a dar na exploração destas componentes em cada

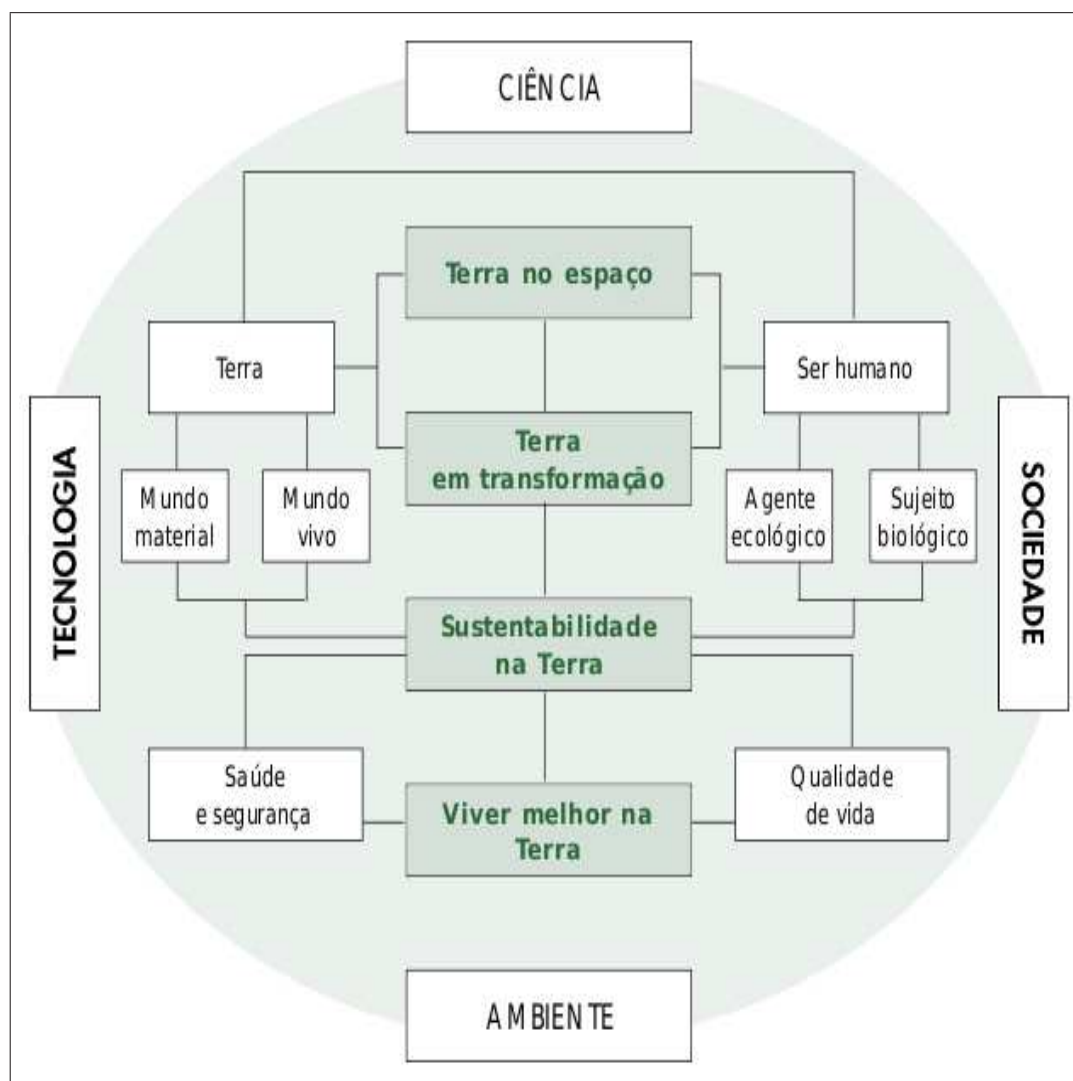


Figura 1.1: Esquema organizador dos quatro temas (Ministério da Educação, 2001)

um. Outro aspecto a salientar tem a ver com a articulação dos temas. Com a sequência sugerida pretende-se que, após terem compreendido conceitos relacionados com a estrutura e funcionamento do sistema Terra, os alunos sejam capazes de os aplicar em situações que contemplam a intervenção humana na Terra e a resolução de problemas daí resultantes, visando a sustentabilidade na Terra.

### 1.3 Objectivos do estudo e definição do problema

Num tempo em que a informação está em todo o lado e a apropriação desta e do conhecimento que pode proporcionar está na “ponta dos dedos”, não faz sentido olhar para a educação com a lente do século XX. São precisos professores, alunos e cidadãos que possam pensar, comunicar,

trabalhar e aprender de acordo com o século em que vivem.

Tendo em conta os aspectos referidos, pretende-se, fundamentalmente, desenvolver uma ferramenta com o recurso as tecnologias multimédia que servirá de alicerce para o desenvolvimento de inúmeras competências definidas no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico promovendo a articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ.

Foram definidos quatro grandes objectivos para este estudo:

1. Identificar uma das estratégias mais utilizados pelos professores de Ciências, para fomentar a interdisciplinaridade e impulsionar a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente como vertente integrante e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos.
2. Caracterizar a inserção de tecnologias multimédia como resposta educativa a interdisciplinaridade e a necessidade da escola se aproximar do aluno, do que o rodeia.
3. Desenvolver uma ferramenta multimédia válida, que permita uma articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ visando a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos.
4. Caracterizar a ferramenta multimédia no que respeita ao desenvolvimento e à articulação curricular efectuada, tendo em conta as novas Orientações Curriculares.

No sentido de tornar mais claros os objectivos definidos, formularam-se algumas questões de investigação:

- Quais são as potencialidades reconhecidas e as dificuldades sentidas na aplicação de ferramentas multimédia pelos professores de Ciências Físicas e Naturais na prática lectiva?
- Em que extensão estão a ser utilizadas às ferramentas multimédia pelos professores de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas? Quais as razões apontadas pelos professores para a opção de docência?
- Que tipo de trabalho é desenvolvido pelos professores de Ciências Físicas e Naturais, ao nível do 3.º Ciclo do Ensino Básico no que respeita à planificação do ensino? E à produção de materiais pedagógico-didácticos? E na partilha de metodologias de ensino?

Esta dissertação aborda o desenvolvimento e a adaptação de ferramentas baseadas no computador, como as ferramentas cognitivas, para ampliar e reestruturar o funcionamento cognitivo dos alunos durante a aprendizagem e para os envolver em processos cognitivos, enquanto constroem conhecimento, que de outra forma não seriam capazes de fazer.

## 1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo são apresentados aspectos considerados fundamentais no Ensino das Ciências no Ensino Básico em Portugal, como a evolução do Ensino das Ciências no contexto da Reorganização Curricular do 3.º Ciclo do Ensino Básico. Neste sentido é feita uma breve perspectiva histórica sobre a evolução do ensino das Ciências, enfatizando-se a Perspectiva de Ensino por Pesquisa. No segundo capítulo, aborda-se as teorias educativas que serviram de suporte ao desenvolvimento conceptual deste estudo, demonstrando a importância de um conhecimento teórico profundo para a maximização das aprendizagens para a escolha dos instrumentos de apoio ao ensino. No terceiro capítulo, efectua-se reflexões sobre as possibilidades, as vantagens e as desvantagens de utilização de tecnologias na Educação, com o objectivo de conceber uma ferramenta valida que servirá de alicerce para o desenvolvimento de inúmeras competências definidas no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3º. Ciclo do Ensino Básico promovendo a articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ. Posteriormente, abordar-se as teorias que serviram de suporte ao desenvolvimento conceptual da ferramenta cognitiva, estação meteorológica clássica virtual da Universidade de Aveiro. No quarto capítulo apresenta-se o projecto da aplicação da Realidade Virtual em educação, no tema organizador – Sustentabilidade na Terra Sustentabilidade na Terra–Mudança Global-Tempo Atmosférico – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico. No quinto capítulo procede-se a análise dos dados meteorológicos fomentando-se uma articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ visando a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos. No capítulo conclusivo, apresentam-se as principais reflexões sobre o estudo, assim como algumas das suas limitações e sugestões para o desenvolvimento de outros estudos.

## Capítulo 2

# Enquadramento teórico do estudo

No presente capítulo iremos abordar as teorias educativas que serviram de suporte ao desenvolvimento conceptual deste estudo, demonstrando a importância de um conhecimento teórico profundo para a maximização das aprendizagens para a escolha dos instrumentos de apoio ao ensino.

### 2.1 A teoria de Vygotsky no processo aprendizagem

Ao longo dos últimos anos tem sido consensual a ideia de que há uma disparidade crescente entre a educação nas nossas escolas e as necessidades e interesses dos alunos. Apesar de custar admitir, sabe-se também que a educação não prepara os jovens para empregos seguros e duradouros. A mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade de aprender ao longo da vida. Estas competências não se coadunam com um ensino em que as ciências são apresentadas de forma compartimentada, com conteúdos desligados da realidade, sem uma verdadeira dimensão global e integrada.

O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo.

O conhecimento científico não se adquire simplesmente pela vivência de situações quotidianas pelos alunos. Há necessidade de uma intervenção planeada do professor, sobretudo, aquando

da realização de uma Visita de Estudo.

De acordo com a teoria de Vygotsky, considerada sociointeraccionista na medida em que, o desenvolvimento mental do ser humano parte da interacção social para interiorizar-se no indivíduo, a condição necessária para que haja aprendizagem num Museu ou espaço científico é que entre os seus visitantes, monitores e visitantes, existam interacções sociais (Gaspar, 1993). A condição suficiente é que essas interacções se dirijam à zona de desenvolvimento proximal dos seus participantes. Ainda, relativamente à aprendizagem, existem outros elementos que podem ser analisados com base na teoria de Vygotsky (1987) e que se relacionam com o processo de formação de conceitos que ocorre mediante três fases distintas. Segundo Vygotsky (1987), inicialmente, a criança agrupa os objectos numa “organização desorganizada”, considerando esta fase como um estado de “ensaio e erro” no desenvolvimento do pensamento. Após esta fase, os objectos isolados associam-se na mente da criança, devido às relações que possam existir entre esses objectos, tratando-se de uma nova aquisição, ou seja, uma passagem para um nível muito mais elevado, sendo esta fase designada de “pensamento por complexos”. A terceira fase na formação de conceitos surge com base na “eleição de determinados atributos comuns” e para a sua formação é necessário “abstrair, isolar elementos e examinar os elementos abstractos, separadamente, da totalidade da experiência concreta de que fazem parte”. Na verdadeira formação de conceitos, é também importante unir e separar ou seja, a “síntese deve combinar-se com a análise”.

Ora, alguns destes elementos apontados na teoria de Vygotsky (1987), puderam ser evidenciados por Marandino (2001) aquando de uma visita que realizou, com um grupo de alunos, a um Museu de Ciência interactivo. Segundo a referida investigadora, essas evidências surgiram em dois momentos diferenciados da actividade que desenvolvera: *“primeiro, durante a visita ao Museu, na medida em que os alunos discutiam os temas das exposições entre colegas, manipulavam os modelos por tentativa e erro, levantavam questões e formulavam hipótese”*; posteriormente, na escola, *“enquanto preparavam as actividades de uma Mostra de Ciências e estabeleciam relações a posteriori entre a visita e os conteúdos discutidos em sala de aula”*. Com base nos exemplos apresentados, Marandino (2001) acrescenta ainda, que, a referida experiência forneceu elementos para reflectir sobre a *“possibilidade da ocorrência do que Vygotsky chama de formação de conceitos, como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afecta o conteúdo e o modo de raciocínio”*.

Na perspectiva de diversos autores como por exemplo, Chagas, 1993; Griffin, 1998; Gil e

Lorenço, 1999; Cuesta et al., 2002; Caldeira et al., 2003; Rennie et al., 2003, são vários os factores que podem influenciar a aprendizagem que se realiza nos Museus e Centros de Ciência, nomeadamente: a preparação e realização da visita e actividades complementares; características dos módulos; as ideias prévias dos visitantes; as estratégias de comunicação e a presença dos monitores.

Griffin (1998), mostrou que os professores, de um modo geral, têm um fraco conhecimento dos modos como facilitar a aprendizagem nas visitas de estudo. As oportunidades de aprendizagem, por vezes, são dificultadas por um exagerado ênfase dado ao controlo e disciplina em detrimento da aprendizagem propriamente dita. Mas, se os alunos puderem ser encorajados a divertirem-se e a reconhecer os locais a visitar, como sendo locais interessantes para a aprendizagem ao longo da vida, então os professores poderão ajudá-los a ver a ciência como algo para além de um assunto meramente escolar.

Segundo Gil e Lorenço (1999), os Museus e Centros de Ciência diferem bastante entre si, quer nos objectivos que pretendem atingir quer nas filosofias que lhes estão subjacentes. Por isso, é necessário conhecer bem o espaço que se pretende visitar para que seja possível retirar o máximo partido.

Caldeira et al. (2003) são da opinião que o professor deve sempre *“definir com os alunos o âmbito da visita e os seus objectivos, informá-los sobre o modo como está organizada a exposição, como utilizar os módulos e quais os temas fundamentais”* sobre que incide a mesma sendo, também, *“importante que os alunos sintam que, para além da parte das actividades orientadas, irão ter possibilidade de explorar livremente os restantes módulos expostos, desfrutando momentos agradáveis e divertidos”*. Torna-se, por isso, evidente a importância da preparação das visitas. Na opinião de Griffin (1998) as mesmas visitas poderão ser *“uma perda de tempo e dinheiro mal investido”* se não houver uma clara *“finalidade partilhada”* com o aluno e este ter o *“domínio sobre a aprendizagem e um objectivo a atingir”*.

Perante esta situação, o próprio Ministério da Educação através das Direcções Regionais de Educação fez chegar às escolas, recentemente, um ofício-circular (Direcção Regional de Educação do Norte, 2004) que *“obriga”* a que os professores programem e calendarizem as suas visitas para que sejam aprovadas pelos respectivos Conselhos de Turma, Departamentos Curriculares e Conselho Pedagógico. Refira-se que, nessa organização, devem constar: *“as razões justificativas da visita; objectivos específicos; guião de exploração dos locais a visitar; aprendizagens e resultados esperados; portfólio da visita; regime de avaliação dos alunos e*

*do projecto; calendarização e roteiro da visita; docentes e não docentes que acompanham as respectivas visitas”.*

Por fim, a reflexão sobre a visita é um aspecto que não se deve descurar. Torna-se importante que, já em ambiente de sala de aula, se procure “*descobrir*” (Cuesta et al., 2002) o Museu ou Centro de Ciência discutindo ideias sobre o que se viu ouviu ou realizou, analisar se os objectivos foram atingidos e por fim relacionar a informação com outros conhecimentos ou outras situações em forma de conclusão.

## 2.2 Visitas de Estudo e o Ensino das Ciências

O repensar do papel da escola a nível do contexto educativo, nomeadamente, através da reestruturação do ensino, mais especificamente do Ensino das Ciências é um reflexo das mudanças sociais e culturais associada à inovação tecnológica e científica (Cachapuz et al., 2002; Filomena Freitas e Isabel Martins, 2005). Estas mudanças vão no sentido de que o ensino deixe de ser ministrado entre quatro paredes e permita aos alunos transporem estas fronteiras limitadoras de modo a estender a sua formação a outros espaços, que não sejam necessariamente o contexto sala de aula (Eshach, 2007). Estes espaços de formação, para além de permitir aos alunos que acedam a todo e qualquer avanço científico e tecnológico (Filomena Freitas e Isabel Martins, 2005), cria as condições para que eles desenvolvam um processo contínuo de formação pessoal e conceptual (Kisiel, 2005; Briten, 2006). Segundo Slingsby (2006) esses espaços de formação servem, também de complemento para salientar o entendimento de aspectos que podem não ser abrangidos pelo currículo. Slingsby (2006) considera ainda que a sua realização constitui uma boa prática pedagógica pois constitui o casamento perfeito entre o conhecimento científico e o desenvolvimento de destrezas, seja ao nível da investigação ou ainda no domínio emocional.

Contudo, para percebermos a verdadeira importância da implementação dessas actividades no Ensino das Ciências é conveniente reportarmo-nos aos objectivos das actividades fora da escola, em particular das Visitas de Estudo.

Neste sentido, e partindo de uma perspectiva mais geral, alguns autores tais como (Almeida, 1998; Rennie et al., 2003; Braund e Reiss, 2004; Neill, 2004; Rickinson et al., 2004; Filomena Freitas e Isabel Martins, 2005; Kisiel, 2005; Dillon, 2006; King, 2006; Lakin, 2006; Slingsby, 2006; DeWitt e Osborn, 2007; Eshach, 2007, referem quais são os objectivos da realização de



actividades fora da escola.

Os autores mencionados no paragrafo anterior identificaram e categorizaram os principais objectivos definidos para a realização de uma actividade fora da escola:

- Reforçar a aprendizagem efectuada durante a realização da Visita de Estudo.
- Associar a aprendizagem efectuada com a estipulada, fomentando a interdisciplinariedade.
- Incentivar o trabalho colaborativo entre alunos e professores e alunos para a concretização de um trabalho conjunto na construção de um novo conhecimento.
- Favorecer um maior conhecimento do aluno sobre o meio que o rodeia.
- Contacto com o meio ambiente e incutir uma atitude de responsabilização para com este.
- Possibilitar aos alunos observar e estudar os objectos de estudo nos seus locais fundamentais, o que auxilia na compreensão do conhecimento científico, a partir do desenvolvimeto de competências cognitivas.

Deste modo, a realização de Visitas de Estudo contribui para que os alunos atendam ao seu espírito de investigação para complementarem o ensino efectuado dentro da sala de aula, consolidarem as aprendizagens efectuadas e construírem um conhecimento sólido baseado na vivência de experiências próprias e no desenvolvimento de atitudes e valores.

Por parte da comunidade educativa são consideradas actividades extremamente motivadoras. Tal facto incrementa a especulação criada em torno da sua realização, no sentido de serem muitas vezes entendidas como meros passeios escolares permanecendo muito aquém dos objectivos para os quais são definidas. Claro está, que não passam de meras considerações, mais depreciativas ou não, instalam a dúvida da real potencialidade de dita actividade.

Segundo Almeida (1998) o foco de discussão não deve ser tanto a nível da implementação ou não de actividades práticas nos currículos de ciências, mas antes ao nível da problematização, atendendo à forma como elas são programadas, planificadas e concretizadas, tal como afirma drasticamente Morel, Raichvarg e Van-Praet (citados por Almeida (1998)): “ ... *quando a visita se encontra deslocada do programa é conveniente chamá-la àquilo que ela é, ou seja, uma visita lúdica ...*”.

A tênue fronteira que separa as várias conotações atribuídas a este tipo de actividades prende-se directamente com os vários contextos em que a aprendizagem é efectuada e com o aspecto organizacional atendendo às características que lhes são inerentes, e que vão ser abordadas na subsecção que se segue.

## 2.3 Condicionantes da organização das Visitas de Estudo

Para além do carácter motivador amplamente aceite pela comunidade educativa, as actividades realizadas fora da escola, nomeadamente, as Visitas de Estudo, demonstram que quando organizadas com rigor conferem aos alunos uma aprendizagem efectiva, na medida que permitem com que estes desenvolvam o seu conhecimento, destrezas e atitudes, que à posteriori servem de complemento para as actividades feitas em contexto sala de aula (Dillon, 2006).

Averiguar a efectividade de uma Visita de Estudo, passa, conforme consta do mapa proposto por Millar et al. (1999) e indicado na Figura 2.1, por caracterizar os objectivos que os professores definiram para a sua preparação, atender a um conjunto de aspectos relativos à sua estruturação, ao contexto prático e institucional onde esta vai ser implementada, àquilo que os alunos fazem no decorrer da actividade, bem como no que realmente aprenderam com a sua implementação. Verifica-se ainda que entre os objectivos e os aspectos estruturais estabelecem-se conexões de dependência entre os dois principais intervenientes no processo ensino e aprendizagem de qualquer actividade prática a ser realizada: os professores e os alunos. Este agrupamento foi feito atendendo à entidade que planifica a tarefa e a quem a concretiza.

De forma igualmente esquemática, Freitas (2000) esboçou um esqueleto, como se mostra na Figura 2.2, referente ao modo como as Visitas de Estudo poderiam ser idealizadas, preparadas e concretizadas.

Freitas (2000) propôs cinco etapas para a preparação de Visitas de Estudo que se enquadram nos três aspectos anteriormente referidos : Concepção de “*Visita*”, preparação pelo(s) professor(es), realização de uma pré-visita, de uma visita, e por último, de uma pós – visita. O autor considera que organizar uma Visita de Estudo passa por, primeiramente, estimar a natureza da Visita de Estudo a implementar (curricular ou extracurricular), como também verificar se esta realizar-se-á apenas a um âmbito disciplinar, se estabelece uma relação entre disciplinas (interdisciplinar), ou então, se assume um carácter transdisciplinar. Para que a realização das

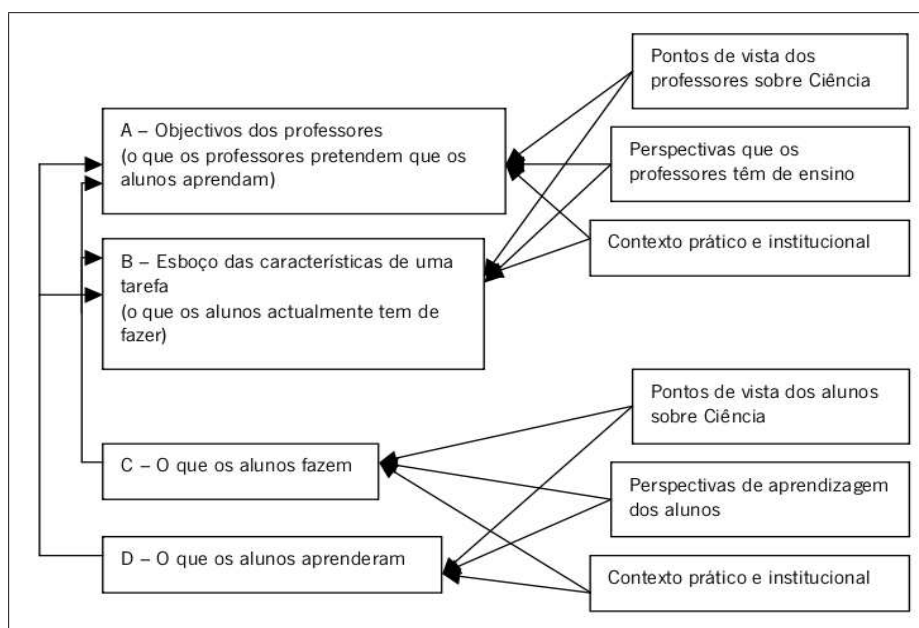


Figura 2.1: Modelo para averiguar a efectividade de uma actividade prática [adaptado de Millar et al. (1999)]

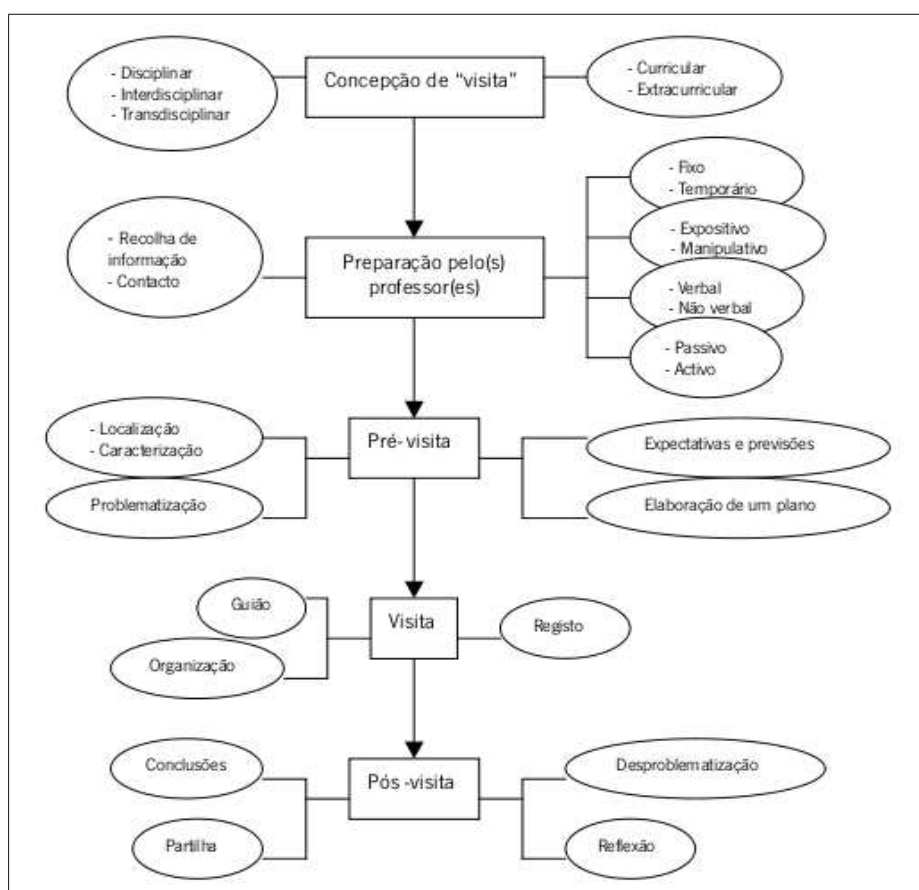


Figura 2.2: Sugestão de idealização, preparação e concretização de Visitas de Estudo (Freitas, 2000)

Visitas de Estudo, se tornem efectivos é necessário que a sua planificação atenda ao modo como todo o processo de aprendizagem deve ser feito, como também a todo um conjunto de recursos fundamentais para o cumprimento da intencionalidade da sua realização (Millar et al., 1999). Proença (1992) afirma que não se pode desprezar a importância da participação dos alunos em fazerem parte integrante do processo de preparação da Visita de Estudo, já que deste modo, reconhecem-se no processo organizativo e implicam-se com mais empenho no seu decorrer.

Atendendo à similaridade entre os objectivos, a planificação de uma actividade a realizar fora da escola, particularmente de uma Visita de Estudo, deve abranger três fases de preparação:

- A primeira respeitante a todo um trabalho de preparação de professores e alunos em que são definidos os objectivos resultantes da sua implementação e abordados todo um conjunto de aspectos do foro organizacional, nomeadamente à formação de equipas organizacionais, a todo um conjunto de factores que se prendem com a escolha do local a visitar e com a metodologia implementada para o cumprimento dos objectivos;
- A fase decorrente da sua implementação em que se faz a observação e a recolha de dados através da realização de actividades propostas;
- E a ultima fase concernente ao regresso dos alunos ao contexto sala de aula, em que se faz a partilha, a ponderação, a sistematização, a reflexão e retiram-se as conclusões do trabalho desenvolvido no seu decorrer.

Neste sentido, a primeira dimensão a considerar para organizar uma determinada actividade reside, por um lado, na definição dos objectivos na aprendizagem dos conteúdos que ajudem na identificação de objectos reais e/ou fenómenos observáveis, evidenciando a relação inerente entre os aspectos teóricos de uma determinada disciplina e a sua aplicação prática (Millar et al., 1999; Braund e Reiss, 2004; Slingsby, 2006).

Para o efeito, as actividades fora da escola devem centrar a sua realização em poucos objectivos, o que permite ao aluno agudizar o seu espírito de investigação e ajudá-lo a definir um processo de investigação cabal na definição da questão-problema, desde a recolha até ao tratamento de dados credíveis para suportarem uma conclusão coerente para o problema levantado (Millar et al., 1999).

Tal como já foi referido apesar do termo Visitas de Estudo assumir diversas denominações, elas

resultam ser actividades que se realizam fora do contexto escolar, com o intuito de explorar o local que se vai visitar, que segundo Almeida (1998), por norma, é desconhecido ou pouco familiar para os alunos visitantes. Orion, citado por Almeida (1998) designa esse local que não é familiar aos alunos por “*espaço novidade*”, conforme mostra a Figura 2.3.

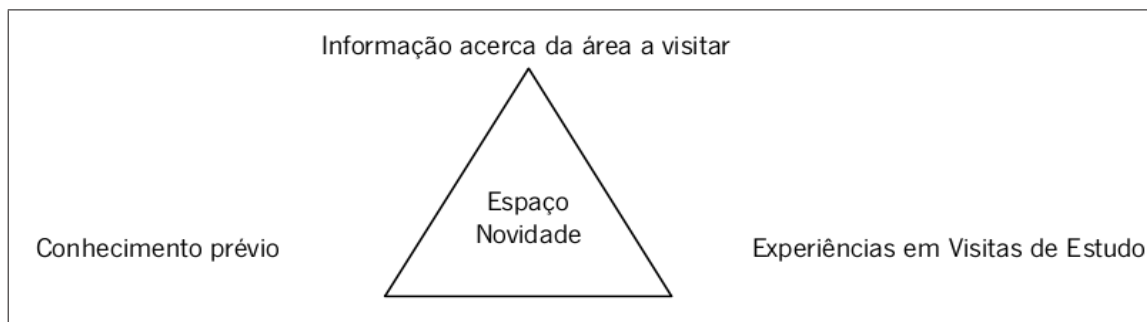


Figura 2.3: As primeiras componentes do “Espaço Novidade” [citado em Almeida (1998)]

O efeito novidade é condicionado pela informação acerca da área a visitar e pelo conhecimento prévio dos conteúdos programáticos relacionados com a realização da Visita de Estudo. Como tal, o autor refere que às indicações fornecidas do local a visitar recorrendo ao uso de ferramentas, como se mostra na Figura 2.4, tais como, diapositivos, filmes, mapas ou até fotografias, vão permitir que os alunos adquiram um novo conhecimento resultante da consolidação deste com conhecimentos anteriores.



Figura 2.4: Menu principal da ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação

Nesta perspectiva, consideram que para que a realização de uma actividade, designadamente Visita de Estudo, seja mais efectiva em termos didácticos é fundamental que todos os seus intervenientes passem a conhecer, de modo genérico, o local a visitar e, como tal, todas as suas etapas (Cármén e Pedrinaci, 1997; Lucas, 2000; Dillon, 2006; DeWitt e Osborne, 2007; Eshach, 2007). A escolha do destino a visitar deve ter-se em consideração a adequação dos objectivos definidos para a realização de Visitas de Estudo, como também da metodologia implementada para o seu cumprimento (Cármén e Pedrinaci, 1997).

Nesta perspectiva, as actividades realizadas fora do contexto escolar, nomeadamente as Visitas de Estudo podem ser implementadas:

- No início de uma determinada unidade temática, sendo utilizada como uma actividade que motive os alunos para o estudo de uma nova matéria, fazendo uso de concepções prévias ou ideias resultantes de experiências vivenciadas em situações anteriores, úteis para iniciar a aprendizagem de novos conteúdos programáticos;
- A meio da unidade temática, contribuindo como “ferramenta” de reestruturação para favorecer a mudança conceptual, orientando os alunos para a colocação de questões úteis para aprofundar conhecimentos;
- No término da unidade temática, como sistematização de todo um conjunto de conhecimentos adquiridos na sala de aula e posteriormente aplicados no entendimento de situações difíceis de reproduzir nesse mesmo contexto.

Após toda a preparação em termos de problematização do tema em estudo, da localização e caracterização do local a visitar (Freitas, 2000), segue-se para uma nova etapa que é a realização da Visita de Estudo (Eshach, 2007).

Depois de debatida e compreendida a intencionalidade e o significado da visita de estudo, cabe aos alunos, com a ajuda do professor, elaborarem um guião onde conste as variáveis meteorológicas a observar e registar durante a sua realização, como se indica nas Figuras 2.5, 2.6 e 2.7.

A intencionalidade da tarefa prática, vai definir a postura que os alunos vão ter perante a mesma (Millar et al., 1999), como tal, as Visitas de Estudo, são implementadas mediante o uso de guiões orientadores (Proença, 1992; Cármén e Pedrinaci, 1997; Freitas, 2000). No nosso caso propomos à recolha de dados meteorológicos de modo a serem analisados, posteriormente, em ambiente sala de aula.

## PARTILHA DE TEMPOS... na UA

Para enquadrar o estudo que vais desenvolver, deves começar por conhecer melhor o clima da área em que vives; para tal sugerimos que faças um breve estudo das suas características climáticas com base nos dados "normais" a que poderás aceder:

- Via [e-mail](#) para o Instituto de Meteorologia (**IM**) ou
- Através da estação meteorológica / Centro de Coordenação Regional do **IM** mais próximo da tua escola ou ainda,
- Através de consulta de publicação do **IM - Normais Climatológicas de Portugal**.

Com base na informação recolhida elabora um pequeno relatório ou esquema síntese onde caracterizes sumariamente o clima da tua área.

**A.** Agora, que passos deves dar para "descobrir/investigar" o tempo?

1. Observação de dados recolhidos pela Estação Meteorológica.
2. Selecção dos dados das 00h, 06h, 09h, 15h e 18h, respeitantes aos parâmetros de temperatura, humidade relativa, direcção e velocidade do vento, pressão atmosférica e precipitação.
3. [Inserção dos dados](#), anteriormente seleccionados, numa folha de cálculo.
4. Tratamento estatístico e gráfico da informação diária:
  - 4.1. Cálculo de temperaturas médias, amplitude térmica.
  - 4.2. Determinação da precipitação total.
  - 4.3. Elaboração de gráficos termopluiométricos.
5. [Tratamento gráfico](#) da informação semanal:
  - 5.1. Elaboração de gráficos de temperatura média, máxima e mínima.
  - 5.2. Construção de gráfico da precipitação.
  - 5.3. Construção de gráfico da pressão atmosférica.
  - 5.4. Elaboração de gráficos de velocidade do vento.
6. Análise e interpretação da informação obtida com recurso à Web e bibliografia.

Nas esqueças que para compreender o tempo é importante compará-lo e/ou relacioná-lo com outros tempos doutras estações... Mesmo aqui ao lado o tempo pode ser bastante diferente. A atmosfera não tem fronteiras!
7. Recolha dos dados sinópticos durante a visita.
8. [Inserção dos dados](#) recolhidos, numa folha de cálculo.
9. Tratamento cartográfico da informação diária.

Utilização de uma base cartográfica (diária) com localização das estações meteorológicas mais próximas (a nossa e mais as 3 seleccionadas) onde diariamente vais indicar:

Figura 2.5: Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados



- A temperatura mínima, máxima e às 09h.
  - A precipitação.
  - A velocidade e direcção do vento.
  - A descrição do tempo presente.
10. Tratamento gráfico da informação semanal para cada uma das estações:
- 10.1. Elaboração de gráficos de temperatura média, máxima e mínima.
  - 10.2. Construção de gráfico da precipitação.
  - 10.3. Construção de gráfico da pressão atmosférica.
11. Análise e interpretação da informação obtida com recurso à Web e bibliografia.
12. Divulgação das conclusões através de *posters* e animação electrónica (ex. PowerPoint) e apresentação pública em Painel de Especialistas.

## Avaliação

A avaliação terá em conta os seguintes critérios:

- Disponibilidade para a execução das tarefas propostas, espírito de cooperação e entrega.
- Capacidade de observação.
- Capacidade de leitura e de interpretação de fenómenos meteorológicos.
- Rigor conceptual.
- Criatividade no tratamento e apresentação do tema.
- Clareza na exposição oral e escrita.
- Capacidade de comunicação.
- Capacidade de resposta a questões sobre os temas abordados.


## Conclusão

Bravo! Foste um meteorologista ao nível dos mais conceituados a nível (inter) nacional. Caso decidas continuar a explorar esta área do saber podes aproveitar a corrente para subir mais alto... e tentar conhecer e contribuir com novas soluções para a resolução de problemas tais como a depleção da camada de Ozono, o aquecimento global do planeta ou mesmo o (des)conforto climático da tua escola... Não, não são problemas para os quais não possas contribuir a nível pessoal. Tu és um cidadão consciente, activo e a tua opinião e decisões quotidianas contam e podem pesar positivamente na atenuação ou minimização dos problemas do teu planeta, afinal de contas... A TUA CASA.

**Aveiro**


Figura 2.6: Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados





**“O TEMPO NA UNIVERSIDADE DE AVEIRO”**

Estação Meteorológica Clássica  
nº 102



**QUADRO MENSAL**

ANO: ..... MÊS: .....

Dia	T.Máx. (1)	T.min. (1)	T.méd. (1)	Precip. (2)	Insolação (3)	Vento (dir.) (4)	Vento veloc.média (5)	Vento veloc.Máx. (5)	Pressão Atmosf. (6)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

(1) em (°C); (2) cm (mm); (3) cm (Nº de horas de Sol);  
(4) cm (°); (5) cm (m/s); (6) cm (hPa)

Figura 2.7: Exemplo de guião proposto na ferramenta no menu Dados

Após a preparação, organização e realização da Visita de Estudo, sucede-se a última fase respeitante à realização de Visitas de Estudo, ou seja, uma pós visita onde se procede à averiguação do cumprimento dos objectivos e das expectativas definidos (Freitas, 2000; Lakin, 2006).

Nesta fase, os alunos devem assumir uma atitude de auto reflexão sobre todo o procedimento investigativo que delinearam e implementaram no seu decorrer, e, através do debate de ideias e visualização do local visitado entre todos os colegas da turma procederem à certificação das conclusões retiradas. No caso da visita à Estação Meteorológica sugerimos um exemplo para reflexão e enquadramento nas aulas de CFQ e CN, como se mostra nas Figuras 2.8, 2.9 e 2.10.

No capítulo cinco encontraremos mais exemplos para reflexão sob uma perspectiva interdisciplinar, em que a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente constitui uma vertente integrante e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos.

Adicionalmente as Visitas de Estudo, podem assentar em diversos vectores nomeadamente, atendendo ao cumprimento dos objectivos definidos, ao papel do professor e do aluno, ou então a ambos.

Exemplo - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CLÁSSICA							
Date	Time	WDir	WSpd	Temp	Rain	Baro	Humd
Data	Hora	Vento direc.	Vento veloc.	Temp	Precipitação	Pressão at.	Humidade
01-10-1991	00:00	249	0 16.10	0.00		998	78
01-10-1991	06:00	255	0 13.30	0.02		998	78
01-10-1991	09:00	132	1 19.30	0.00		780	65
01-10-1991	12:00	188	0 25.10	0.00		997	78
01-10-1991	15:00	214	0 26.30	0.00		997	78
01-10-1991	18:00	311	0 21.70	0.00		997	78
02-10-1991	00:00	237	0 17.70	0.00		997	78
02-10-1991	06:00	146	0 17.70	0.00		994	78
02-10-1991	09:00	170	0 18.90	0.00		998	65
02-10-1991	12:00	240	0 22.10	0.00		965	65
02-10-1991	15:00	220	0 22.50	0.00		1010	78
02-10-1991	18:00	284	1 20.10	0.00		965	78
03-10-1991	00:00	258	0 18.50	0.00		994	65
03-10-1991	06:00	302	0 16.10	0.02		965	60
03-10-1991	09:00	26	0 18.10	0.00		992	65
03-10-1991	12:00	328	1 21.30	0.00		997	78
03-10-1991	15:00	346	1 22.10	0.00		965	78
03-10-1991	18:00	305	0 19.30	0.00		994	78
04-10-1991	00:00	1	0 14.90	0.00		965	60
04-10-1991	06:00	308	0 14.10	0.00		992	91
04-10-1991	09:00	287	0 20.90	0.00		994	78
04-10-1991	12:00	287	0 23.30	0.00		993	78
04-10-1991	15:00	308	1 22.10	0.00		788	78
04-10-1991	18:00	267	0 20.10	0.00		990	65
05-10-1991	00:00	270	0 14.90	0.00		992	60
05-10-1991	06:00	179	0 14.90	0.00		992	60
05-10-1991	09:00	255	0 18.10	0.00		994	65
05-10-1991	12:00	249	0 18.10	0.35		999	78
05-10-1991	15:00	264	0 18.50	0.29		992	65
05-10-1991	18:00	229	0 17.30	0.01		992	60
06-10-1991	00:00	164	0 16.90	0.56		992	78
06-10-1991	06:00	240	0 16.50	0.00		989	78
06-10-1991	09:00	305	1 18.10	0.00		991	88
06-10-1991	12:00	322	1 20.10	0.00		994	78
06-10-1991	15:00	252	2 19.70	0.00		992	65
06-10-1991	18:00	299	0 17.30	0.00		993	60
07-10-1991	00:00	273	0 15.30	0.00		998	60
07-10-1991	06:00	226	0 12.50	0.01		784	78
07-10-1991	09:00	229	0 16.10	0.00		999	87
07-10-1991	12:00	179	1 19.30	0.00		999	78
07-10-1991	15:00	249	2 20.10	0.00		781	78
07-10-1991	18:00	252	1 17.70	0.00		998	65
08-10-1991	00:00	258	0 16.10	0.01		997	78
08-10-1991	06:00	258	0 16.10	0.06		965	78
08-10-1991	09:00	267	1 17.70	0.00		994	76
08-10-1991	12:00	308	2 18.90	0.00		784	78
08-10-1991	15:00	314	2 18.50	0.00		994	75
08-10-1991	18:00	325	0 15.70	0.00		994	78
09-10-1991	00:00	346	0 12.50	0.00		993	72
09-10-1991	06:00	226	0 11.30	0.00		993	78
09-10-1991	09:00	44	0 15.30	0.00		994	60
09-10-1991	12:00	299	1 16.90	0.00		993	60
09-10-1991	15:00	17	2 16.10	0.00		992	78
09-10-1991	18:00	340	0 14.50	0.00		994	78
10-10-1991	00:00	331	0 11.70	0.00		994	65
10-10-1991	06:00	328	1 10.10	0.00		994	78
10-10-1991	09:00	26	2 16.10	0.00		997	66
10-10-1991	12:00	82	2 19.70	0.00		994	78
10-10-1991	15:00	102	2 19.30	0.00		990	75
10-10-1991	18:00	97	0 17.30	0.00		993	78

Figura 2.8: Exemplo de uma tabela de dados para reflexão proposto na ferramenta no menu Dados

### EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE TEMPERATURA (Máx. e mín.)

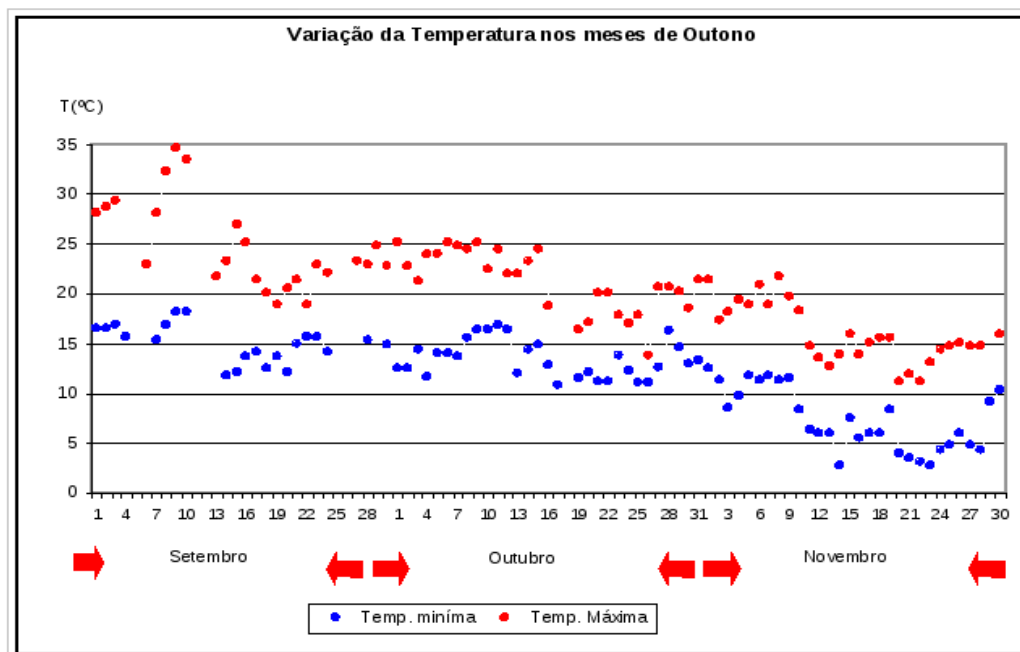


Figura 2.9: Gráfico obtido a partir do exemplo proposto na ferramenta no menu Dados

### EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO

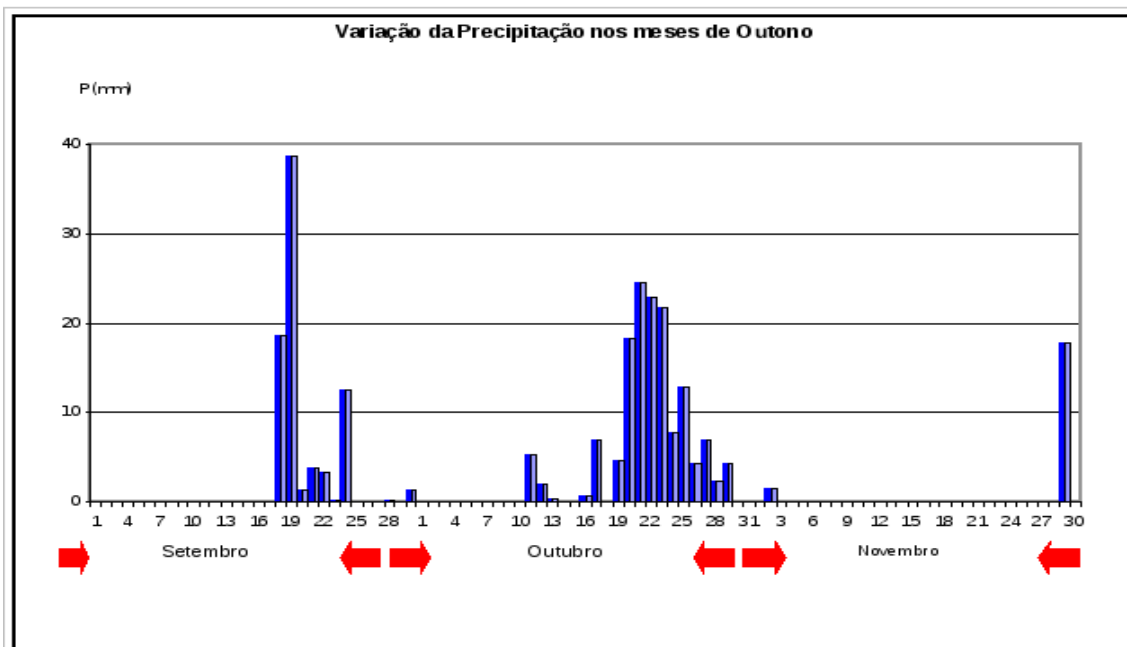


Figura 2.10: Gráfico obtido a partir do exemplo proposto na ferramenta no menu Dados

## 2.4 Visitas de Estudo e os diversos contextos de aprendizagem

### 2.4.1 Ensino formal, não-formal e informal

O processo educacional é um processo muito complexo que se desenvolve tanto na escola como em casa, na experiência do dia-a-dia, enfim numa multiplicidade de formas e meios.

Estas características têm levado alguns autores como Dib (1988) e Coombs (1989) a classificarem os sistemas educacionais em três formas básicas: a educação formal, não-formal e informal.

A educação formal é altamente estruturada, planeada pelo docente, que assume um papel central ao facultar aprendizagens sujeitas a carácter avaliativo, que se desactualizam facilmente e que se desenvolvem em contextos específicos, tais como nas escolas (Almeida, 1998, Wellington, 2000; Eshach, 2007).

A distinção entre as aprendizagens não formais e informais tem conduzido a alguma confusão pelo facto de, segundo Eshach (2007) a sua distinção incidir apenas no contexto físico em que cada uma se procede. Eshach (2007) considera que para uma completa definição é necessário atender para além do factor anteriormente referido aos aspectos motivacionais e sociais que cada uma destas aprendizagens acarreta. Na Figura 2.11 representa-se o enquadramento das aprendizagens não formal e informal.

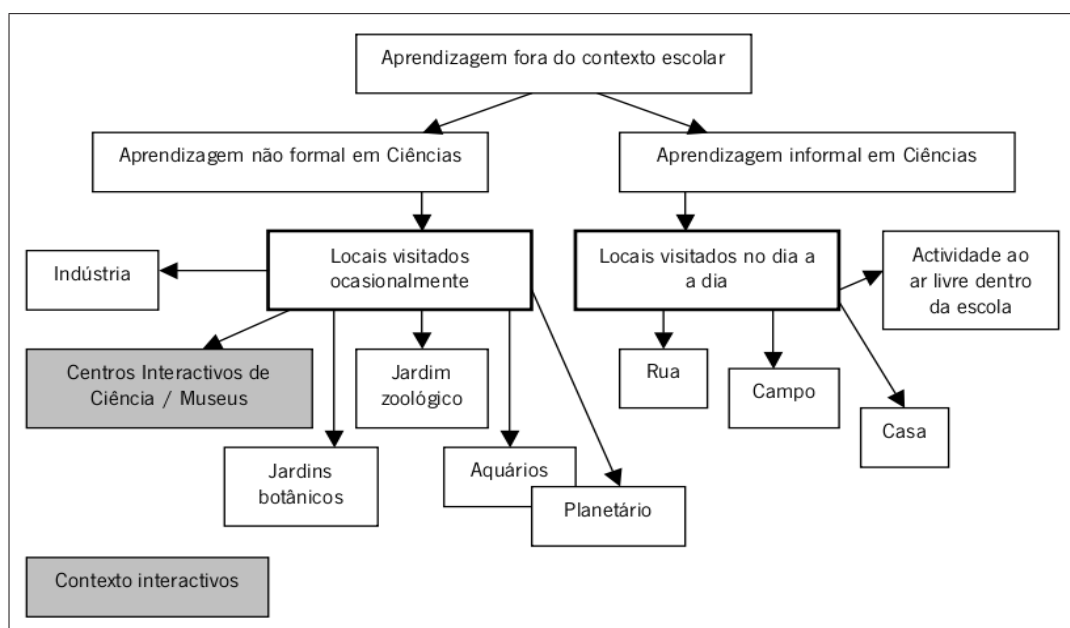


Figura 2.11: Contextos de aprendizagem não formal e informal em Ciências [adaptado de Eshach (2007)]

Fazendo a leitura da Figura 2.11, constata-se que na aprendizagem não formal, os locais são visitados ocasionalmente, nomeadamente as indústrias, os jardins zoológicos e botânicos, os Centros de Ciência Viva, entre outros. Por sua vez, quando a aprendizagem é informal os locais são visitados todos os dias, sejam eles a rua, o campo, a casa de cada um, ou a realização de uma actividade ao ar livre, dentro do recinto escolar.

Assim é possível constatar que a educação não formal processa-se fora da esfera da escolar (Almeida, 1998), e para além de ser estruturada e geralmente planeada, centra-se nas características e necessidades dos alunos fomentando o seu crescimento pessoal (Driver et al., 1994), mediante a visita a museus, associações recreativas e meios de comunicação (Almeida, 1998), Centros de Ciência Viva (Cazelli et al., 1999; Eshach, 2007), e jardins zoológicos ou botânicos (Braund e Reiss, 2004).

Por sua vez, a aprendizagem informal caracteriza-se por ser um processo dinâmico, acidental, voluntário, aberto, agradável, e fortemente condicionado pelos imprevistos do dia a dia, sendo por isso casual e até mesmo eventual (Almeida, 1998; Wellington, 2000; Stocklmayer e Gilbert, 2002).

Segundo Dillon (2006) a procura de informação sobre o conteúdo científico que está a ser explicado ou até mesmo lembrado motiva significativamente os alunos para qualquer uma das aprendizagens não formal, ou informal, considerando-as até divertidas e agradáveis. Também, o incremento de actividades que propiciem a aprendizagem num contexto fora da escola possibilita a valorização da experimentação pessoal, que se traduz num conhecimento mais realista do que está a ser aprendido, devido ao facto de se estar inserido num ambiente onde existe o objecto de estudo. Isso constitui um complemento do que está a ser dado na sala de aula e faculto o uso, não só, de um conjunto de conhecimentos, como também desenvolve a capacidade de reflexão. Daí, cada vez mais, os professores recorrerem a diversas fontes, na expectativa de, através delas, poderem complementar as suas actividades curriculares contribuindo para uma melhor sedimentação dos conteúdos abordados na escola, como forma de motivar os alunos para a abordagem dos diferentes conteúdos programáticos e, ainda, compensar a carência de recursos didácticos e laboratoriais das escolas.

Almeida (1998) considera que em muitas das actividades desenvolvidas tais ambientes de educação podem coexistir os três tipos de aprendizagem formal, não formal e informal e refere como exemplo elucidativo deste facto a visita a um museu de história natural. Segundo o mesmo autor assiste-se à passagem de um contexto tipicamente formal – estabelecimento de

ensino – para um contexto de educação não formal, intervalado por momentos de informalidade ao longo dessa visita.

Assim, organizar ambientes de aprendizagem que permitam aos alunos tornarem-se mais instruídos a partir da participação que tiveram para melhoria da comunidade onde vivem, constitui um potencial para participar e aprender ao longo da vida (Lucas, 2000; Rickinson et al., 2004; Kisiel, 2005).

### 2.4.2 As Visitas de Estudo como meio de aprendizagem informal e não formal das Ciências

A realização de experiências educativas em Ciência num contexto diferente do da sala de aula, nomeadamente em Visitas de Estudo, constituem experiências altamente enriquecedoras para os estudantes e contribuem para que os alunos compreendam o mundo que os rodeia e aprendam a partir dele (Braund e Reiss, 2004). A opinião de um docente referido em Dillon (2006) foi: *“Eu penso que o principal benefício sustenta-se no facto de atribuir ao aluno um conhecimento geral do meio que o envolve”*. Como tal, dependendo do contexto em que se implementa a Visita de Estudo, a aprendizagem pode assumir rasgos de informalidade ou não formalidade, e, como tal, serem vários os factores que a influenciam.

Para Orion e Hofstein (1994) existem três factores que influenciam a aprendizagem quando esta acontece em Visitas de Estudo, nomeadamente:

- o processo de ensino e aprendizagem, atendendo à relação das Visitas de Estudo com o currículo escolar, aos métodos didácticos e pedagógicos implementados;
- os aspectos organizacionais da Visita de Estudo, tais como as condições meteorológicas existentes no dia da realização da actividade, da duração da mesma e às condições efectivas e disponibilizadas para o desenvolvimento da aprendizagem;
- o papel dos alunos, designadamente no que concerne ao conhecimento prévio e preparação dos alunos em várias variáveis, seja em termos de conteúdos necessários ao entendimento das situações decorridas, seja em termos de experiências adquiridas pela participação em Visitas de Estudo anteriores.

Por sua vez, Falk e DierKing (2000) têm uma perspectiva como se indica na Figura 2.12 que ajuda a entender situações em que a aprendizagem é relativamente informal quando

comparada à normalidade do processo de ensino – aprendizagem decorrido em contexto de sala de aula. O conceito de informalidade na aprendizagem consiste em conferir aos alunos uma certa autonomia no rumo que pretendam que o processo de aprendizagem tenha, atendendo ao tempo e esforço dispendido durante o mesmo.

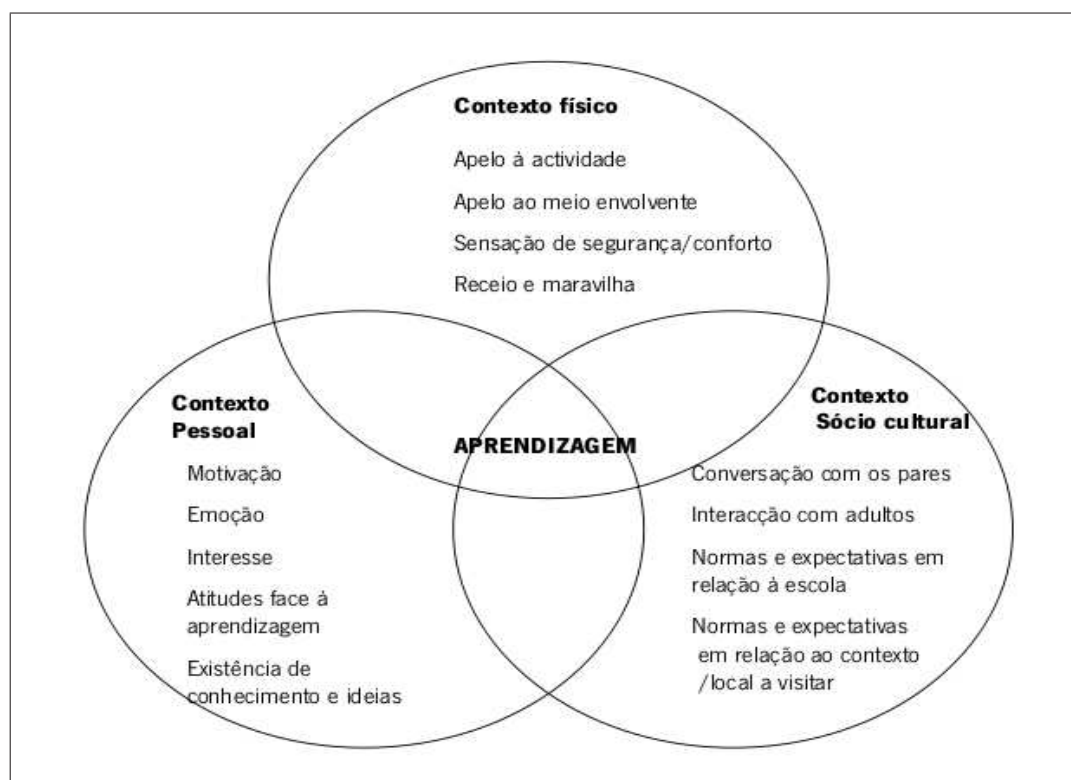


Figura 2.12: Modelo contextual da aprendizagem informal, em contextos fora da escola [adaptado de Falk e DierKing (2000)]

A leitura da Figura 2.12 sugere que este modelo resulta da intersecção entre as aprendizagens desenvolvidas no contexto pessoal, físico e sócio-cultural.

Eshach (2007) considera que o entendimento da aprendizagem que os alunos desenvolvem em contextos fora dos escolares passa por relacionar os factores que afectam a aprendizagem fora da escola com os domínios cognitivo e afectivos, conforme se mostra na Figura 2.13.

A observação da Figura 2.13 mostra que cada um dos quatro factores que influenciam a aprendizagem em contextos fora da sala de aula, nomeadamente, pessoal (conhecimento prévio dos alunos), físico (evidencia a manipulação do contexto e como esse procedimento evidencia conceitos científicos), social (interacção entre pares, amigos, familiares e membros de instituições) e organizacional contribui para o desenvolvimento dos domínios cognitivo e afectivo. Também para Eshach (2007) os domínios cognitivo e afectivo são os mais importantes numa aprendi-



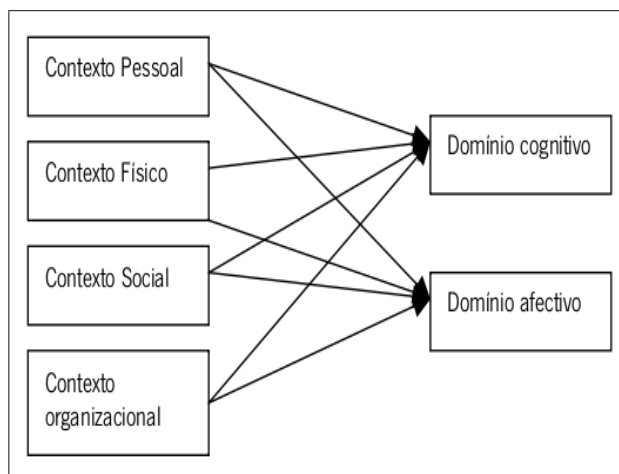


Figura 2.13: Relação entre os domínios cognitivo e afectivo e os factores que influenciam a aprendizagem fora do contexto escolar (Eshach, 2007)

zagem desenvolvida fora do contexto sala de aula, porque para além de contribuir para o desenvolvimento conceptual dos alunos capacita-os para aprenderem em Ciência e motiva-os em querer e procurar saber mais sobre assuntos deste natureza, respectivamente.

É possível concluir que existem aspectos positivos de situações de aprendizagem de alunos, que são verificadas em contextos totalmente diferentes ao que constitui o contexto característico da sua rotina diária.

## 2.5 As Visitas de Estudo nas orientações curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico

Nas últimas décadas as sociedades têm vindo a experimentar um desenvolvimento económico associado ao desenvolvimento científico e tecnológico ao qual o sistema educativo não ficou alheio. A reestruturação dos currículos tem evoluído muito para além do âmbito conceptual, dando mais espaço e relevância à aplicação dos conteúdos à complexidade do mundo envolvente. Para o Departamento do Ensino Básico (Ministério da educação, 2001) despertar sentimentos de entusiasmo, admiração e interesse pelo mundo natural, permite aos alunos do Ensino Básico ter uma visão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas de Ciência, bem como dos procedimentos de investigação científica, de modo a afixar confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas, reforçando o papel de uma cidadania activa, atenta e preocupada com os comportamentos envidados assumidos pelo ser humano.

A organização dos conteúdos a leccionar no 3.<sup>o</sup> Ciclo do Ensino Básico assume uma vertente globalizante e integradora, pelo que sobre todos os profissionais de ensino recai a responsabilidade de desenvolver um conjunto de competências de natureza conceptual, de raciocínio, como também a nível comunicacional (Ministério da educação, 2001). Para que o contributo de qualquer disciplina do Ensino Básico seja efectivo, é imprescindível fomentar uma aprendizagem que estreite a relação entre o meio escolar e a complexidade da realidade, pelo que o desenvolvimento de competências atitudinais (Ministério da educação, 2001), tais como, observar o meio envolvente, recolher, organizar a informação, para posteriormente analisá-la, conduzindo até ao suscitar de novas questões e fomento de posteriores pesquisas, incitam ao desenvolvimento de um espírito aberto à problemática dia a dia, agudizando a curiosidade e a vontade em entender questões até então despercebidas para a classe estudantil.

No Currículo Nacional do Ensino Básico, mais especificamente ao nível das Ciências Físico – Químicas são várias as sugestões de realização de Visitas de Estudo para os diferentes níveis de escolaridade. Iremos centrar a nossa abordagem ao nível do oitavo ano de escolaridade, no que se refere à abordagem da unidade temática Sustentabilidade na Terra e sub unidade Mudança Global.

No tema – Sustentabilidade na Terra – pretende-se que os alunos tomem consciência da importância de actuar ao nível do sistema Terra, de forma a não provocar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes. Para um desenvolvimento sustentável, a Educação em Ciência deverá ter em conta a diversidade de ambientes físicos, biológicos, sociais, económicos e éticos.

No âmbito desta temática é essencial que os alunos vivenciem experiências de aprendizagem de forma activa e contextualizada, numa perspectiva global e interdisciplinar, visando o desenvolvimento das seguintes competências:

- Reconhecimento da necessidade humana de apropriação dos recursos existentes na Terra para os transformar e, posteriormente, os utilizar;
- Reconhecimento do papel da Ciência e da Tecnologia na transformação e utilização dos recursos existentes na Terra;
- Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões;
- Reconhecimento que a intervenção humana na Terra afecta os indivíduos, a sociedade e o ambiente e que coloca questões de natureza social e ética;

- Compreensão das consequências que a utilização dos recursos existentes na Terra tem para os indivíduos, a sociedade e o ambiente;
- Compreensão da importância do conhecimento científico e tecnológico na explicação e resolução de situações que contribuam para a sustentabilidade da vida na Terra.

O tratamento desta temática desenvolve-se de acordo com o esquema organizador que se apresenta na Figura 2.14.

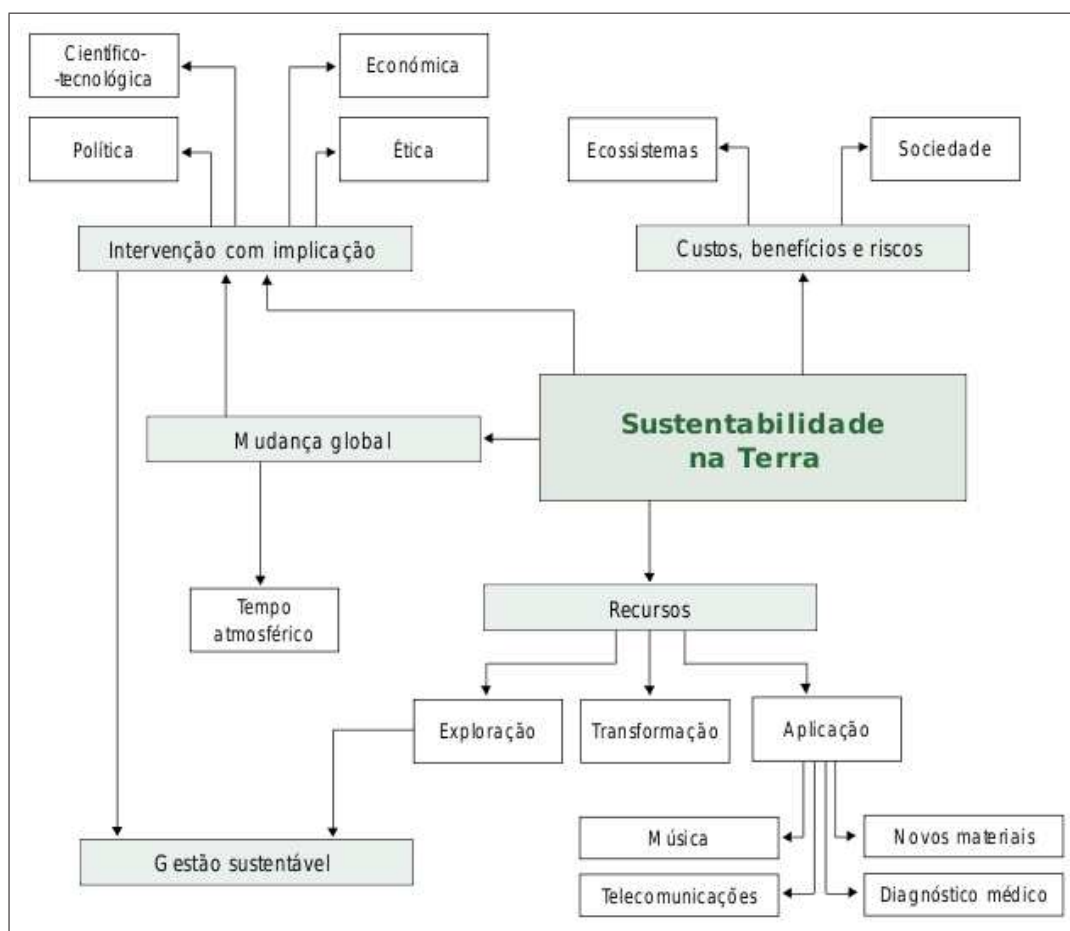


Figura 2.14: Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra”

No âmbito do sub tema Mudança Global é essencial o desenvolvimento das seguintes competências:

- Compreensão de que a dinâmica dos ecossistemas resulta de uma interdependência entre seres vivos, materiais e processos;
- Compreensão de que o funcionamento dos ecossistemas depende de fenómenos envolvidos, de ciclos de matéria, de fluxos de energia e de actividade de seres vivos, em

equilíbrio dinâmico;

- Tomada de decisão face a assuntos que preocupam as sociedades, tendo em conta factores ambientais, económicos e sociais.
- Divulgação de medidas que contribuam para a sustentabilidade na Terra.

Sugere-se que os professores envolvam os alunos em questões como as alterações climáticas, uma realidade que se regista ao longo do século XXI. A escola não é alheia a esta temática. Assim, o Currículo Nacional de Ensino Básico, nesta perspectiva, tem-se orientado para três grandes questões:

- *“Qual a importância do tempo atmosférico na prevenção de desastres naturais climáticos?”*
- *“Quais os factores que afectam o clima?”*
- *“Qual a influência da actividade humana na atmosfera terrestre e no clima?”*

Sendo questões do quotidiano e da vida do aluno sugere-se, neste contexto, que os alunos visitem uma estação meteorológica da rede de estações meteorológicas nacional, em particular a estação meteorológica clássica da Universidade de Aveiro.

## Capítulo 3

# Educação-tecnologia em Portugal

Nas últimas duas décadas, a utilização da Informática na Educação tem experimentado um enorme avanço no seu potencial e na sua diversidade de uso.

Parece sensato abordar as teorias que serviram de suporte ao desenvolvimento conceptual e que sejam feitas reflexões sobre as possibilidades, as vantagens e as desvantagens de utilização de tecnologias na Educação, com o objectivo de conceber uma ferramenta valida que servirá de alicerce para o desenvolvimento de inúmeras competências definidas no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico promovendo a articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ.

### 3.1 A tecnologia na aprendizagem

Estando a tecnologia multimédia cada vez mais presente na nossa sociedade e sendo os alunos bombardeados por elas no seu dia-a-dia, é perigoso para escolas e seus profissionais estarem alheados deste fenómeno.

Um dos maiores problemas das instituições de ensino em Portugal é o insucesso dos alunos e o seu fraco desempenho na área das Ciências, comparativamente a outros países. Estudos elaborados pelo Instituto da Inteligência divulgados em Agosto de 2006 (Instituto da Inteligência do Porto, 2006), revelaram que oito em cada dez alunos que registam insucesso escolar dizem ter dificuldades em seguir os raciocínios e os métodos de ensino dos professores, apesar da grande maioria daqueles estudantes apresentar níveis normais de capacidade de aprendizagem. Entre Maio de 2004 e Maio de 2006, 70% dos 400 alunos inquiridos preferem apostar

na memorização, tendo em vista os testes de avaliação, alegando que não têm tempo para raciocinar sobre as novas aprendizagens. *"Os testes escolares acabam por avaliar aquilo que os alunos foram capazes de memorizar para as provas e não o que, na verdade, conseguiram aprender"*, concluiu o Instituto da Inteligência do Porto (2006).

Para Nelson Lima, Neuropsicólogo e investigador do Instituto da Inteligência, *"o insucesso escolar entre o 1.º. e o 3.º. ciclos nem sempre está relacionado com a capacidade de aprendizagem dos alunos, mas sim com os métodos de ensino"*. Assim, 89% dos alunos, entre os 8 e os 14 anos de idade, com dificuldades de aprendizagem dizem-se *"completamente perdidos"* no que toca a métodos de aprendizagem, pois *"ninguém lhes ensina nada"*. O mesmo investigador refere *"Precisamos urgentemente de uma escola menos dogmática e burocrática e de um ensino mais compatível com o cérebro, de forma a incentivar o pensamento criativo e a inteligência dos alunos, em vez de se satisfazer com aprendizagens apressadas e fragmentadas, feitas à custa da capacidade de memorização dos alunos"*.

O desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nos últimos anos e o consequente aperfeiçoamento das tecnologias voltadas à área da difusão global da informação, a informática revelou-se, com o passar do tempo, um instrumento importante aliado da educação formal, especificamente como ferramenta de trabalho no apoio pedagógico, concorrendo positivamente para o processo de inclusão e de redução das dificuldades de aprendizagem.

Importante frisar que, os alunos não aprendem a partir das tecnologias, mas as tecnologias podem apoiar a construção de significados por parte dos alunos. Sendo este sempre o nosso ponto de vista, o de contribuirem sobremaneira para o desenvolvimento dos mecanismos de apropriação do conhecimento, essas novas ferramentas produzem como efeito colateral a inserção do aluno no universo das tecnologias. Como que movido pela acção de causa efeito, o aluno experimenta, ainda que não perceba de imediato, um salto de qualidade dentro do processo educativo-formal.

No sentido apresentado, o uso das “novas” tecnologias, quando baseado no domínio crítico das informações, permite ao professor interpretar, reflectir e criar processos de ensino/aprendizagem inovadores, numa prática produtiva e dinâmica de reinventar o acto de educar.

Contudo, é importante que o contacto dos alunos com a tecnologia na actividade educativo-formal seja diferente daquele proporcionado pelos meios de comunicação de massa. Assim, o professor deve ser capaz de analisar criticamente essas tecnologias e, a partir dessa análise,

criar situações de aprendizagem adaptadas à realidade dos alunos. Isso pode ser feito por meio da construção e prática de propostas pedagógicas que, aliando essa realidade próxima e o aspecto motivador gerado pela interactividade que a informática proporciona, auxiliem positivamente os alunos na construção do conhecimento. Como já referido, os alunos não aprendem a partir das tecnologias, mas que as tecnologias podem apoiar a construção de significados por parte dos alunos. As Figuras 3.1 e 3.2 mostram o que acabamos de referir, a visualização da estação meteorológica clássica da Universidade de Aveiro (EMC-UA) no Território Nacional através do Google Earth e a sua visualização em ambiente virtual.



Figura 3.1: Visualização da EMC-UA no Território Nacional recorrendo à ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação



Figura 3.2: Visualização do ambiente virtual da EMC-UA

Num estudo desenvolvido pelo Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento do Ministério da Educação (Paiva, 2002) os professores referem, em geral, atitudes mais positivas do que negativas face às TIC como se indica na Figura 3.3, em que:

- 94% dos professores da amostra gostariam de saber mais sobre o uso das TIC em contexto educativo;
- 78% acham que as TIC os ajudam na sua prática lectiva.

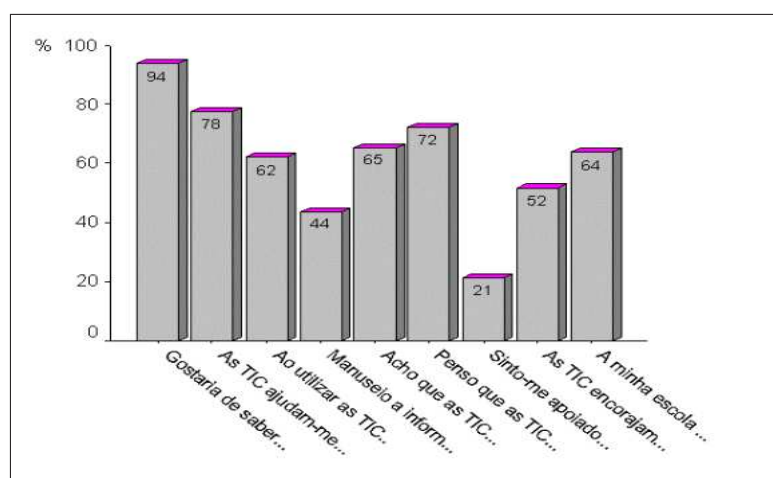


Figura 3.3: Atitudes positivas face às TIC (Paiva, 2002)

Moran (2000) ressalta que o uso das TIC na educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor- aluno mais aberta, interactiva.

O importante é aprender e não impor um padrão único de ensinar.

## 3.2 Desenvolvimento cognitivo

### 3.2.1 Aprender com computadores: Uma perspectiva construtivista

As formas como utilizamos as tecnologias na escola devem sofrer uma alteração, ou seja, o papel tradicional da tecnologia como professor deve dar lugar à tecnologia como parceira no processo educativo. Anteriormente, defendemos que os alunos não aprendem a partir das tecnologias, mas que as tecnologias podem apoiar a construção de significados por parte dos alunos. Isso irá acontecer quando os alunos forem colocados em situações em que possam aprender com as tecnologias.



Os alunos aprendem com as tecnologias quando:

Os computadores apoiam a construção de conhecimento ao permitirem:

- representar as ideias, as percepções e as convicções dos próprios alunos;
- produzir bases de conhecimento multimédia organizadas pelos próprios alunos.

Os computadores apoiam a exploração ao permitirem:

- aceder à informação necessária;
- comparar perspectivas, convicções e visões do mundo.

Os computadores apoiam a aprendizagem pela prática ao permitirem:

- simular problemas, situações e contextos significativos do mundo real;
- representar convicções, perspectivas, argumentos e histórias de outros;
- um espaço seguro, controlado e estimulante para o pensamento do aluno.

Os computadores apoiam a aprendizagem pela conversação ao permitirem:

- colaborar com os outros;
- discutir, defender ideias e construir consensos entre membros de uma comunidade de aprendizagem;
- construir o conhecimento em comunidade.

Os computadores são parceiros intelectuais que apoiam a aprendizagem pela reflexão ao permitirem:

- articular e representar o que os alunos sabem;
- reflectir sobre o que aprenderam e como o fizeram;
- estimular as negociações internas dos alunos e a construção de significados;
- construir representações pessoais dos significados;
- desenvolver o pensamento cognitivo (Jonassen e Wilson, 1999a).

De seguida, iremos fornecer várias definições de ferramentas cognitivas, explicando, mais tarde, os vários motivos pelos quais elas representam um abandono efectivo das utilizações tradicionais dos computadores.

### 3.2.2 Ferramentas cognitivas para aprendizagens construtivistas

As ferramentas cognitivas são ferramentas informáticas adaptadas ou desenvolvidas para funcionarem como parceiros intelectuais do aluno, de modo a estimular e facilitar o pensamento crítico e a aprendizagem de ordem superior. Estas ferramentas incluem (mas não se limitam a) bases de dados, redes semânticas (mapas conceptuais), folhas de cálculo, sistemas periciais, ferramentas de modelação de sistemas, micromundos, motores de busca de informação, ferramentas de representação visual, ferramentas de publicação de multimédia, ambientes de conversação em tempo real e conferência através do computador. São ferramentas de ampliação e reestruturação cognitiva. Elas ampliam o pensamento do aluno, ultrapassando as limitações da mente (Reeves e Jonassen, 1996; Jonassen e Wilson, 1999b).

Ao longo da nossa história foram desenvolvidas ferramentas mecânicas para facilitar e ampliar o trabalho físico. A roda e a alavanca proporcionaram aos seres humanos uma enorme vantagem mecânica. A revolução industrial adicionou fontes alternativas de energia para aumentar essas vantagens e a quantidade de trabalho físico que podia ser desenvolvido. A revolução da informação aumentou ainda mais essa vantagem, ampliando a funcionalidade e velocidade das ferramentas. Como Salomon (2003) realça, as ferramentas não são apenas utensílios; elas também servem propósitos culturalmente definidos e exigem um operador competente para que possam funcionar de forma útil. Para Pea (1985) as ferramentas cognitivas reorganizam (essencialmente, reestruturam) a forma como os alunos pensam.

As ferramentas cognitivas são ferramentas informáticas generalizáveis que têm como objectivo implementar e facilitar o processamento cognitivo — por isso as ferramentas cognitivas (Kommers et al., 1992a), são dispositivos, quer mentais quer informáticos, que apoiam, guiam e aumentam os processos de pensamento dos seus utilizadores (Derry, 1990).

As ferramentas cognitivas não reduzem necessariamente o processamento de informação (isto é, não facilitam uma tarefa); contrariamente, o seu objectivo é fazer um uso mais efectivo dos esforços mentais dos alunos. Não são ferramentas “*na ponta dos dedos*” (Perkins, 1993) que os alunos usam naturalmente e sem esforço. Na verdade, aprender com as ferramentas cognitivas exige que os alunos pensem com mais empenho sobre a matéria que está a ser estudada do que

pensariam se as não usassem. Os alunos não podem utilizar as ferramentas cognitivas sem pensarem profundamente sobre o conteúdo que estão a aprender e, se optarem por utilizar estas ferramentas para os ajudar a aprender, elas irão facilitar a aprendizagem e os processos de construção de significados.

As ferramentas apoiam, como um andaime na construção de um edifício, o pensamento significativo; elas envolvem os alunos e apoiam-nos quando eles já estão atingidas. As ferramentas cognitivas envolvem activamente os alunos na criação de conhecimento que reflecte a sua compreensão e concepção da informação, em vez de reproduzir a apresentação da informação feita pelo professor.

A ferramenta cognitiva é um conceito. Apesar de estas definições se terem centrado nos computadores, estes não são implicitamente ferramentas cognitivas. As ferramentas cognitivas representam uma abordagem construtivista da utilização dos computadores, ou de qualquer outra tecnologia, ambiente ou actividade, que estimule os alunos na reflexão, manipulação e representação sobre o que sabem, ao invés de reproduzirem o que alguém lhes diz. Ao utilizar uma ferramenta cognitiva, o conhecimento é construído pelo aluno, não transmitido pelo professor. As ferramentas cognitivas podem assumir muitas formas. Quando eu era criança, colecionava, numa garagem, equipamento electrónico que tinha sido deitado fora (rádios, televisões, etc) e que funcionava como uma ferramenta cognitiva para testar teorias sobre electricidade (curiosamente, a maioria delas falhou). As ferramentas cognitivas são isso mesmo, isto é, ferramentas para implicar a cognição.

### 3.2.3 Razões teóricas para usar ferramentas cognitivas

As ferramentas cognitivas promovem a aprendizagem significativa. Jonassen e Wilson (1999a) defenderam que a aprendizagem significativa é:

- activa (manipulativa/observante) — os alunos interagem com um ambiente e manipulam objectos nesse ambiente, observam os efeitos das suas intervenções e constroem as suas próprias interpretações do fenómeno observado e dos resultados da sua manipulação;
- construtiva (articulatória/reflexiva) — os alunos integram novas experiências e interpretações no seu conhecimento prévio sobre o mundo, constroem os seus próprios modelos mentais simples, para explicar o que observam;

- intencional (reflexiva/reguladora) — os alunos articulam os seus objectivos de aprendizagem, o que estão a fazer, as decisões que tomam, as estratégias que utilizam e as respostas que encontram;
- autêntica (complexa/contextual) — os alunos realizam tarefas de aprendizagem que se enquadram numa situação do mundo real significativa ou simuladas num ambiente de aprendizagem baseado em casos ou problemas;
- cooperativa (colaborativa/conversacional) — os alunos trabalham em grupos, negociam socialmente uma expectativa comum, assim como a compreensão da tarefa e os métodos que irão utilizar para a realizarem.

### 3.2.3.1 Construção de conhecimento

A teoria da aprendizagem aplicada às tecnologias está a sofrer uma revolução, em que os investigadores e os teóricos discutem sobre o que significa saber e como chegamos ao saber.

A nova teoria é o construtivismo. O construtivismo preocupa-se com o processo mediante o qual os alunos constroem conhecimento. A forma como os alunos constroem conhecimento depende do que eles já sabem, o que, por sua vez, depende do tipo de experiências que tiveram, da forma como organizaram essas experiências em estruturas de conhecimento e das convicções que usam para interpretar objectos e acontecimentos que encontram no mundo.

As ferramentas cognitivas são ferramentas para ajudar os alunos a organizarem e a representarem o que sabem.

Os construtivistas afirmam que nós construímos a nossa própria realidade através da interpretação das nossas experiências no mundo. Os professores sempre presumiram que, quando dizem algo aos alunos, eles devem entendê-lo da mesma forma que o professor o entende. No entanto, os alunos não podem aprender apenas ouvindo os professores, uma vez que não possuem um conjunto de experiências e interpretações comuns. Os alunos têm de pensar sobre o que o professor lhes diz e interpretá-lo de acordo com as suas próprias experiências, convicções e conhecimentos.

Uma má interpretação habitual do que é o construtivismo sugere que, se os alunos acabam por construir as suas próprias representações individuais do conhecimento, isso resultará num caos intelectual. Se todos os alunos têm o seu conjunto de percepções e convicções, como podem partilhar significados? Os construtivistas acreditam que isto acontece naturalmente

através da negociação social. Socialmente, nós colaboramos para definir o significado de determinadas percepções. Por exemplo, concordamos socialmente com o significado do semáforo vermelho e a sociedade negocia leis para solidificar essas interpretações. A negociação social permite-nos construir interpretações comuns de acontecimentos e objectos. As ferramentas cognitivas são meios para negociar significados de forma colaborativa. Esse processo é necessário para se poderem construir os tipos de representações de conhecimento proporcionados pelas ferramentas cognitivas.

Em ambientes construtivistas, como as ferramentas cognitivas, os alunos estão activamente envolvidos na interpretação do mundo exterior e na reflexão das suas interpretações. A aprendizagem activa e construtiva combate a ocorrência do conhecimento inerte, que pode ser lembrado mas não utilizado. Se os alunos construírem activamente as suas próprias interpretações do mundo, estarão de forma mais segura na posse desses pensamentos, pelo que esses pensamentos terão menos probabilidade de se degenerar com o tempo. Os fundamentos e implicações do debate construtivista podem ainda ser aprofundados (Jonassen, 1991; Duffy e Jonassen, 1992). A implicação desse debate para esta dissertação é a assunção da ideia de que as ferramentas cognitivas são ferramentas construtivistas de construção do conhecimento.

### 3.2.3.2 Ferramentas de parceria cognitiva

As tecnologias cognitivas são ferramentas que podem ser proporcionadas por qualquer meio e que ajudam os alunos a transcenderem as limitações das suas mentes, tais como as limitações de memória, de pensamento ou de resolução de problemas (Pea, 1985). Os computadores podem funcionar como tecnologias cognitivas para ampliar e reorganizar o modo como os alunos pensam.

Ao contrário da maioria de outras ferramentas, as ferramentas informáticas podem funcionar como parceiros intelectuais na realização de tarefas (Salomon, 2003). Quando os alunos usam os computadores como parceiros, descarregam parte do peso das tarefas de memorização não produtivas para o computador, o que lhes permite pensar de forma mais produtiva. Perkins (1993) afirma que a aprendizagem não resulta do pensamento solitário e não apoiado dos alunos. Assim sendo, o objectivo deve ser atribuir aos alunos a responsabilidade cognitiva pelo processamento que eles fazem melhor, enquanto se atribuiria à tecnologia o processamento que esta faz melhor.

As ferramentas cognitivas apoiam novas formas de pensamento e de raciocínio na sua zona de

desenvolvimento próximo, a zona entre as capacidades existentes e as capacidades potenciais dos alunos.

A perspectiva de Vygotski acentua a reorganização funcional da cognição com o uso de tecnologias simbólicas (Pea, 1985). As ferramentas cognitivas implicam novas formas de raciocínio que, fundamentalmente, reorganizam as formas pelas quais os alunos representam o que sabem. Se estas formas de raciocínio estiverem dentro da sua zona, então os alunos irão interiorizar o formalismo. As ferramentas cognitivas representam “andaimes” cognitivos.

Esta dissertação aborda o desenvolvimento e a adaptação de ferramentas baseadas no computador, como as ferramentas cognitivas, para ampliar e reestruturar o funcionamento cognitivo dos alunos durante a aprendizagem e para os envolver em processos cognitivos, enquanto constroem conhecimento, que de outra forma não seriam capazes de fazer.

Antes de partirmos para o desenvolvimento e apresentação da nossa ferramenta fomos verificar as teorias que sustentam o desenvolvimento de softwares e as possibilidades dos softwares educativos, dentro destes as simulações computacionais- os ambientes virtuais no ensino da Física.

### 3.2.4 Desenvolvimento de tecnologias cognitivas

Para Lowyck (2002), os modelos Cognitive Instructional Design (CID), Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), Distributed Knowledge Design fundamentam-se em teorias cognitivas e instruccionais que estão de acordo com princípios construtivistas desenvolvidos nesta dissertação.

Os CID são recursos fundamentados na teoria da aprendizagem significativa por auto-regulação, um modelo que estimula o desenvolvimento metacognitivo dos utilizadores. A metacognição é considerada a espinha dorsal para uma aprendizagem com sucesso. Refere-se à acção de planejar, monitorizar e controlar o próprio utilizador e transferir e generalizar o conhecimento adquirido para outros contextos, como também orientar a auto-reflexão, a responsabilidade e a iniciativa do utilizador (Kommers et al., 1992b).

O CSCL é dos estudos mais influentes na actualidade sobre o ensino-aprendizagem com tecnologias. Com o surgimento da Internet, constatou-se a necessidade de mudanças curriculares, isto é, nas metodologias de ensino. O CSCL reavivou os estudos cognitivos das teorias interacionistas, que englobam o trabalho colectivo para criar metodologias e ferramentas tecnológicas

que ofereçam suporte ao processo de construção cooperativa do conhecimento.

Segundo a epistemologia genética, o conceito de cooperação enfatiza que a vida social transforma a inteligência pela mediação da linguagem, do conteúdo dos intercâmbios (valores intelectuais) e das regras impostas ao pensamento (normas colectivas, lógicas e pré- lógicas) (Piaget, 1977). A cooperação, ou seja, a coordenação de pontos de vista entre um grupo de indivíduos, é o ponto de partida para uma série de condutas importantes para a constituição e o desenvolvimento do pensamento formal (Piaget, 1977).

Nesse sentido, o conceito de cooperar é mais abrangente que colaborar, porque envolve as trocas de ideias, o trabalho colaborativo e os exercícios de pensamento formal, como as operações transitivas reversíveis, idênticas e associativas (Piaget, 1977).

Estes processos cognitivos complexos são estimulados por situações de aprendizagem significativa que requerem transferência e não somente retenção (Kommers et al., 1992b).

As operações cognitivas estão intrinsecamente relacionadas com o conhecimento metacognitivo, conceptual, específico e procedimental, portanto são reconhecidas como um dos principais objectivos educacionais (Kommers et al., 1992b).

Para o modelo Distributed Knowledge Design, cognição é, não somente situada como também distribuída. O conhecimento distribuído torna-se predominante em ambientes de multimédia em que as informações são distribuídas por diferentes tipos de recursos, como se indica na Figura 2.4.

As actuais pesquisas sobre o desenvolvimento de ferramentas pedagógicas integram as teorias sobre metacognição e aprendizagem cooperativa e distribuída, apresentando metodologias inovadoras e ferramentas tecnológicas. Metodologias robustas e interactivas que incluem definições de objectivos de aprendizagem, criação de objectos de aprendizagem como mapas conceituais e simulações, e definições de problemas contextualizados.

### 3.3 Software educativo

O uso criterioso da tecnologia de informática como apoio no processo de ensino e aprendizagem proporciona ao aluno o acesso a uma poderosa ferramenta coadjuvante da construção de novos conhecimentos. Também contribui, sobremaneira, para a superação de barreiras vinculadas à estrutura curricular tradicional, possibilitando a integração do aluno às diferentes maneiras

de aprender.

Para Oliveira et al. (2001), o homem desenvolve imagens mentais e, por isso, conserva a sua experiência, como também guarda o instrumento, usando-o como medidor em outras situações. Para os mesmos autores, o software educativo deve ser um instrumento que amplie as possibilidades de conhecimento do aluno, à medida que considere a necessária articulação dos conceitos espontâneos, ou seja, conhecimento prévios, com os conhecimentos que o educador deseja levar o aluno a construir, isto é, o conhecimento científico. Também deve explorar as possibilidades de interacção intra e inter-grupos objectivando um trabalho didáctico que privilegie as diferentes potencialidades dos alunos.

Quando o educador tem a oportunidade de utilizar a informática como apoio pedagógico, muitas vezes aparecem dúvidas sobre que tipo de software usar para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem dos seus alunos, pois o material a ser utilizado terá que colocar à disposição dos educadores a riqueza da comunicação multimédia (som, imagem, movimento e texto).

De acordo com Valente (1993) a utilização dos computadores, como recurso pedagógico, como *"máquinas de ensinar"* ou como *"ferramentas com as quais o aluno desenvolve algo"*, os programas distribuem-se em algumas modalidades que podem ser assim enunciadas:

- Software de informação: programas que apenas transmitem informação sobre determinados temas (enciclopédias, por exemplo);
- Software tutorial: programas que ensinam procedimentos para realizar alguma tarefa ou trabalhar com algum programa de computador;
- Software de exercício e prática: programas que trabalham com exercícios voltados para o desenvolvimento de habilidades específicas por meio da repetição, associada simples, memorização, etc.

Ao professor cabe a tarefa de adequar os softwares ao trabalho que deseja realizar, sendo que os três tipos citados são utilizados para casos em que o aluno vive uma situação mais passiva diante do programa.

Segundo a classificação proposta por Cortelazzo e Iolanda (1997), tem-se:

- Jogos educacionais: programas de jogos que envolvem conteúdos pedagógicos;



- Simulações: programas que apresentam situações semelhantes à vida real, nos quais as decisões dos alunos dirigem o rumo dos acontecimentos;
- Soluções de problemas: programas que utilizam a já tradicional prática de resolução de problemas, acrescida, neste caso, da rapidez com que o aluno pode testar se a sua hipótese está correcta, por meio da imediata resposta que recebe do computador, e da facilidade em acompanhar, pela programação, o raciocínio seguido até o resultado..

O educador deve estar atento ao utilizar softwares educativos. Fischer (1997) faz as seguintes observações quanto à utilização desses softwares como apoio pedagógico:

1. o professor deve observar qual o papel do aluno no decorrer da sua aprendizagem a partir do software;
2. o software deve ampliar as possibilidades de interacção professor-aluno;
3. o software deve prever o tratamento de erro do aluno no programa, ou seja, deve permitir avaliar o tipo de dificuldades mostrada pelo aluno e apresentar ao mesmo tempo, actividades alternativas para a superação do erro;
4. o programa deve apresentar níveis crescentes de assimilação e acomodação de novos conhecimentos. Cada etapa vencida deverá ser uma subestrutura para a etapa seguinte;
5. o software deve incluir a possibilidade de enriquecimento dos conteúdos e processos didácticos apresentados a partir de registros e avaliação do desempenho dos alunos.

### 3.3.1 Possibilidades das simulações computacionais

O ensino das Ciências Físico-Químicas nas escolas e nas universidades não tem parecido ser uma tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões para essa situação é que as Ciências Físico-Químicas lidam com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstracção, fazendo com que a Matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento das Ciências Físico-Químicas.

Os defensores da informática no ensino das Ciências Físico-Químicas têm apontado o uso de simulações por computadores como uma solução para tais problemas. Alguns têm mesmo advogado que os livros-texto das Ciências Físico-Químicas deveriam vir acompanhados por CDs contendo hipertextos repletos de animações e simulações (Likar e Kozuh, 1996).

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objectos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenómenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes ou de preparação e reflexão para e de experiências. A Figura 3.4 mostra uma visualização em ambiente virtual da EMC-UA que foi desenvolvida no âmbito desta dissertação. Muitas têm sido as vantagens apontadas para a utilização das simulações no Ensino das Ciências. Gaddis (2000) fez um levantamento das principais razões para o recurso as simulações computacionais no ensino da ciência:

- reduzir o “ruído” cognitivo de modo a que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos;
- fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- permitir aos estudantes recolherem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- fornecer aos estudantes tarefas com alto nível de interactividade;
- envolver os estudantes em actividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- apresentar uma versão simplificada da realidade;
- tornar conceitos abstractos mais concretos;
- reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar as relações causa-efeito em sistemas complexos;
- servir como preparação inicial para ajudar na compreensão e proximidade dos espaços fora do contexto de sala de aula;
- desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- promover habilidades do raciocínio crítico;
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenómenos físicos;
- auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, observando e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação directa;

- acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceptual;
- auxiliar nas reflexões sobre as actividades realizadas.

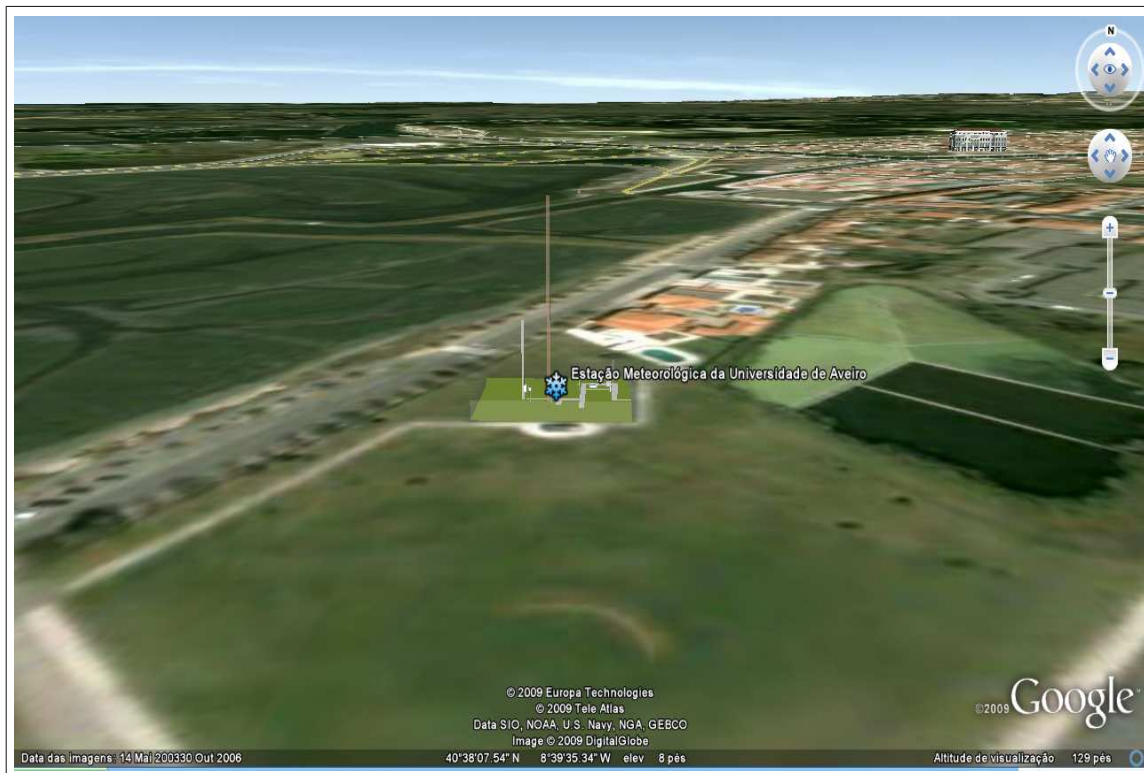


Figura 3.4: Visualização em ambiente virtual da EMC-UA. Ferramenta concebida para apoio ao tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ

As simulações computacionais englobam um vasto número de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interactividade entre o utilizador e o computador.

### 3.3.2 Realidade Virtual

Realidade virtual é uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multisensoriais.

A Realidade Virtual pode ser classificada, em função do senso de presença de usuário, em imersiva e não imersiva.

A Realidade Virtual é imersiva como se mostra na Figura 3.5, quando o usuário é transportado

predominantemente para o domínio da aplicação, por meio de dispositivos multisensoriais, que capturam os seus movimentos e comportamento e reagem a eles, provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual.

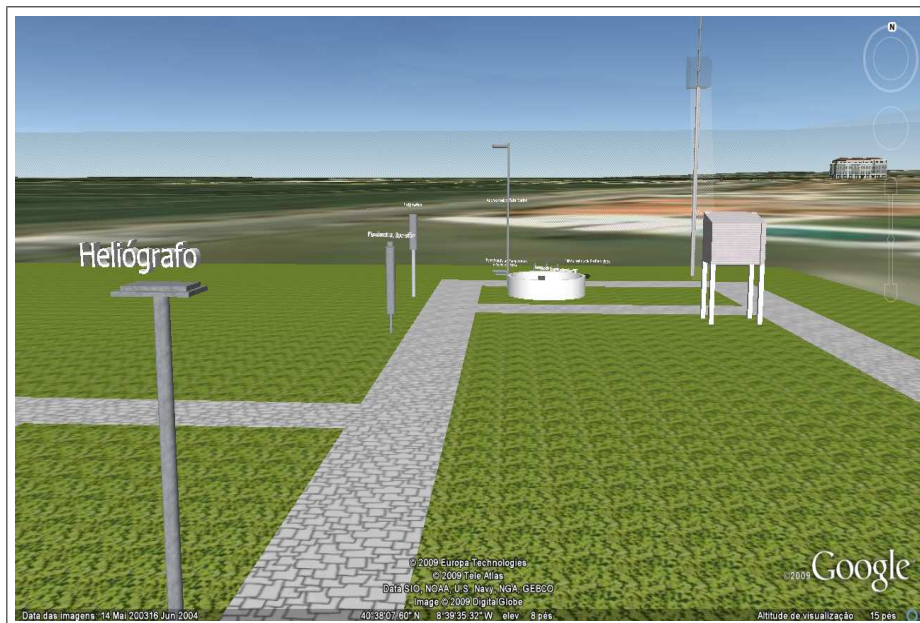


Figura 3.5: Realidade Virtual imersiva - EMC-UA recorrendo ao Google Earth

A Realidade Virtual é categorizada como não imersiva como se mostra na Figura 3.6, quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, por meio de uma janela (monitor ou projecção, por exemplo), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real.

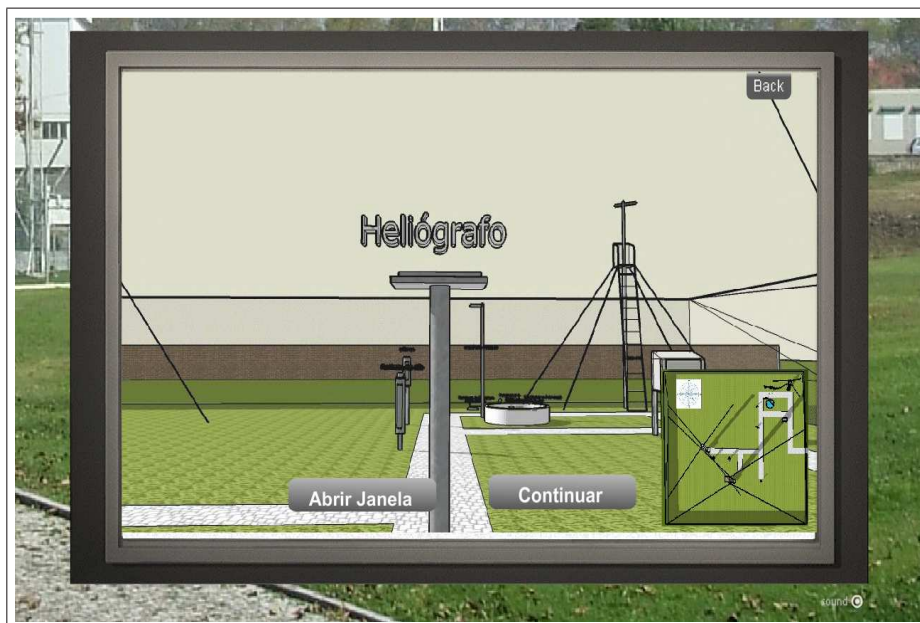


Figura 3.6: Realidade Virtual não imersiva - UMC-UA recorrendo a uma aplicação em Flash

## 3.4 Aplicações da Realidade Virtual em Educação

No campo educativo, o uso da Realidade Virtual encontra-se devidamente justificado (Trowbridge e McDermott, 1980; Rosenquist e McDermott, 1987; Yam, 1993). Expõem-se a seguir algumas ideias que parecem ter reunido o consenso de vários especialistas em educação:

- Os processos psicológicos num ambiente virtual são muito semelhantes aos processos correspondentes num ambiente educativo real;
- Sendo a educação um processo em que a interacção entre sujeito e o ambiente é fundamental, qualquer cenário virtual constitui um ambiente educacional;
- Na área educativa, a riqueza das sensações tácteis é frequentemente negligenciada, voluntária ou involutariamente. Por vezes criam-se imagens mentais incorrectas pela ausência e impossibilidade de sentir o objecto real;
- Na experimentação científica, a manipulação de objectos é fundamental. Sem ela, os alunos dificilmente compreendem o significado e o alcance de uma experiência ou os conceitos que lhe estão subjacentes. Mas, como a manipulação de certos objectos é difícil, perigosa ou dispendiosa, eles poderão ser substituídos por objectos virtuais;
- A Realidade Virtual facilita a formação de modelos conceptuais correctos e a aprendizagem. O aluno pode experimentar novas vivências em ambientes que resultam de cálculos complexos que o computador efectua.

### 3.4.1 Visitas virtuais

Mais uma vez é bom lembrar que num tempo em que a informação está em todo o lado e a apropriação desta e do conhecimento que pode proporcionar está na “ponta dos dedos”, não faz sentido olhar para a educação com a lente do século XX. São precisos professores, alunos e cidadãos que possam pensar, comunicar, trabalhar e aprender de acordo com o século em que vivem.

Como se mostra na Figura 3.7, hoje em dia tornou-se unânime a utilização de tecnologias multimédia em educação, existindo numerosos estudos que referem que o uso desta tecnologia tem efeitos positivos nas aprendizagens dos alunos, aumentando os níveis motivacionais. Como



refere Ponte (2000) “as novas tecnologias permitem que objectivos educacionais como a capacidade de resolver novos problemas, o desenvolvimento do espírito crítico e da criatividade, a tomada de decisões em situações complexas sejam desenvolvidos”.



Figura 3.7: Exemplo de tecnologias multimédia em educação - Localização da EMC-UA utilizando o Google Earth

No âmbito desta dissertação de mestrado criou-se uma ferramenta cognitiva, como se mostrou na Figura 2.4, Estação Meteorológica Clássica “Virtual”, e como se mostra nas Figuras 3.8 e 3.9. A interligação entre teoria e prática, escola e realidade é promovida, fornecendo às escolas uma oportunidade para se adaptarem à sociedade de informação e proporcionar aos seus alunos um ambiente de aprendizagem mais profícuo e interessante.

Desta plataforma nascem e reconfiguram-se novos espaços de aprendizagem nos quais alunos, professores e conteúdos se redefinem, partilham e reconstroem, com base na colaboração e numa interacção dinâmica. Uma aprendizagem colaborativa enfatiza a participação activa e a interacção, tanto dos alunos como dos professores, e o conhecimento construído resulta de um consenso entre eles, das suas interacções, discussões e trabalho conjunto, num ambiente que encoraja a participação dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem e que transforma a aprendizagem em algo activo e efectivo, onde o conhecimento resulta da cognição distribuída.

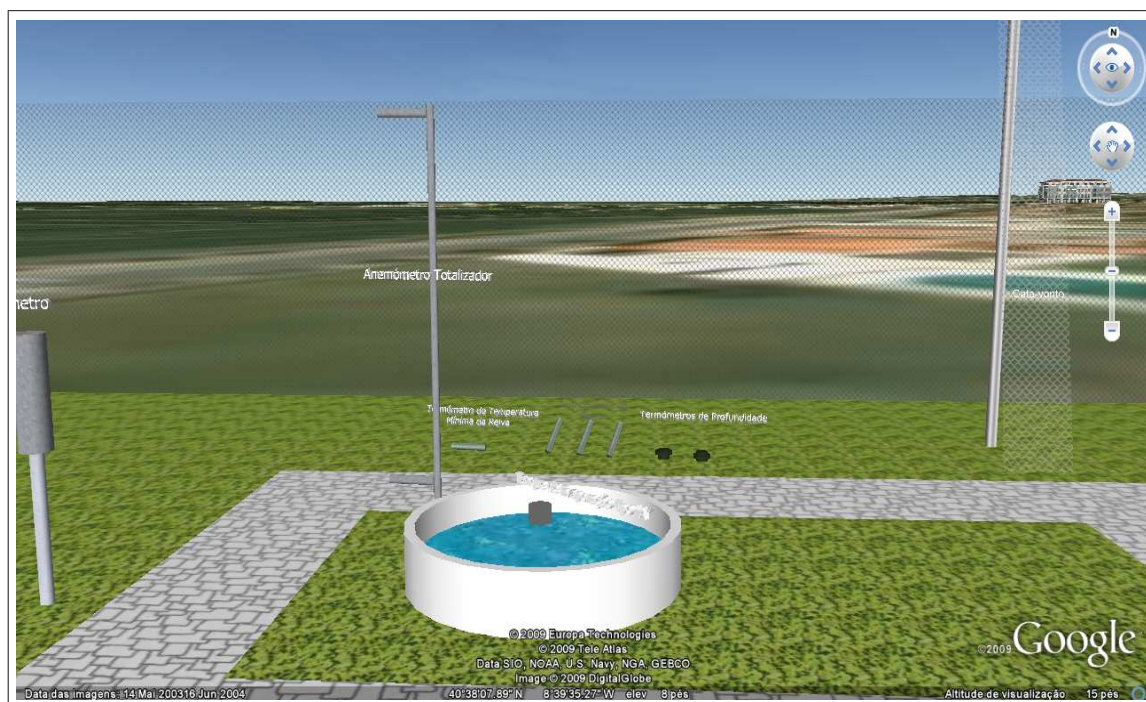


Figura 3.8: Estação Meteorológica Clássica “Virtual” recorrendo ao Google Earth



Figura 3.9: Estação Meteorológica Clássica “Virtual” recorrendo a uma aplicação em Flash

### 3.4.2 Desenho Pedagógico

O desenho pedagógico deste software, para o ensino/aprendizagem de CFQ e CN, fundamentou-se na análise de modelos de desenvolvimento pedagógico de Lowyck (2002), nos princípios construtivistas para o desenvolvimento de sistemas instrucionais de Lebow (1995),

nos modelos de aprendizagem significativa de Ausbel et al. (1984), nos modelos de ensino de ciências de Novak et al. (1998) e nas pesquisas sobre ferramentas cognitivas e tecnologias da informação de Duffy e Jonassen (1992) e Kommers et al. (1992b) e tendo por base os pressupostos anteriormente referidos, como se mostra na Figura 3.9, desenvolveu-se uma ferramenta para facilitar a aprendizagem.

O ambiente de aprendizagem foi desenhado para o aluno interagir em ambiente virtual imersivo e não imersivo, contextualizados com a realidade do aluno, escolar, isto é, curricular e fora desta, player de músicas ou vídeos, Google Earth e ambiente em Flash. Exemplos podem ser visionados nas Figuras 2.4, 3.5 e 3.6.

Os softwares mais relevantes utilizados para a criação destes ambientes foram:

- Adobe Flash CS4 Professional
- Adobe Photoshop CS4
- TexnicCenter
- Kile
- JabRef
- MikTec
- Gimp
- Google SketchUp
- Google Earth
- eBook
- Converter 1.00
- Amigo
- Interwrite
- CmapTools



Estes ambientes possuem cenários com diversos objectos de aprendizagem que têm como intuito estimular a acção intencional, a reflexão, o trabalho cooperativo e a aprendizagem significativa dos utilizadores, como se mostra nas Figuras 3.7 e 3.10.

A simulação desenvolvida sobre um ambiente virtual oferece a possibilidade de exploração de um domínio conceitual no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ. Permite manipular um número de objectos, detalhes importantes para a compreensão do Tempo Atmosférico. São também descritos os instrumentos instalados na EMC-UA, fotografias reais, localização, dados obtidos e como manipulá-los. É proposto aos alunos um trabalho cooperativo (guião) de recolha de dados e pesquisa orientada de dados sobre concentração de poluentes (estação de qualidade do ar) e emergência hospitalar durante a visita de estudo à Estação Meteorológica da Universidade de Aveiro com o intuito de fomentar a articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ. Nos menus Educação Ambiental, Dados, Estação Meteorológica, Instrumentos e Estação Meteorológica "Virtual" pretende-se que os alunos tomem consciência da importância de actuar ao nível do sistema Terra, de forma a não provocar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes, visando a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos. O processo psicológico



Figura 3.10: Aspecto gráfico da secção instrumentos

que torna activa a imersão da realidade virtual é muito semelhante ao modo que as pessoas constroem conhecimento, isto é, por meio da interação com objetos e eventos no mundo real.

Dessa forma, a realidade virtual permite que os conceitos científicos possam ser aprendidos de forma concreta, esta característica é consoante com os métodos construtivistas de ensino que estabelecem a necessidade da aprendizagem pela experiência, neste caso, a experiência com objetos virtuais que podem ser observados, explorados, descobertos e relacionados como se indica na Figura 3.11.

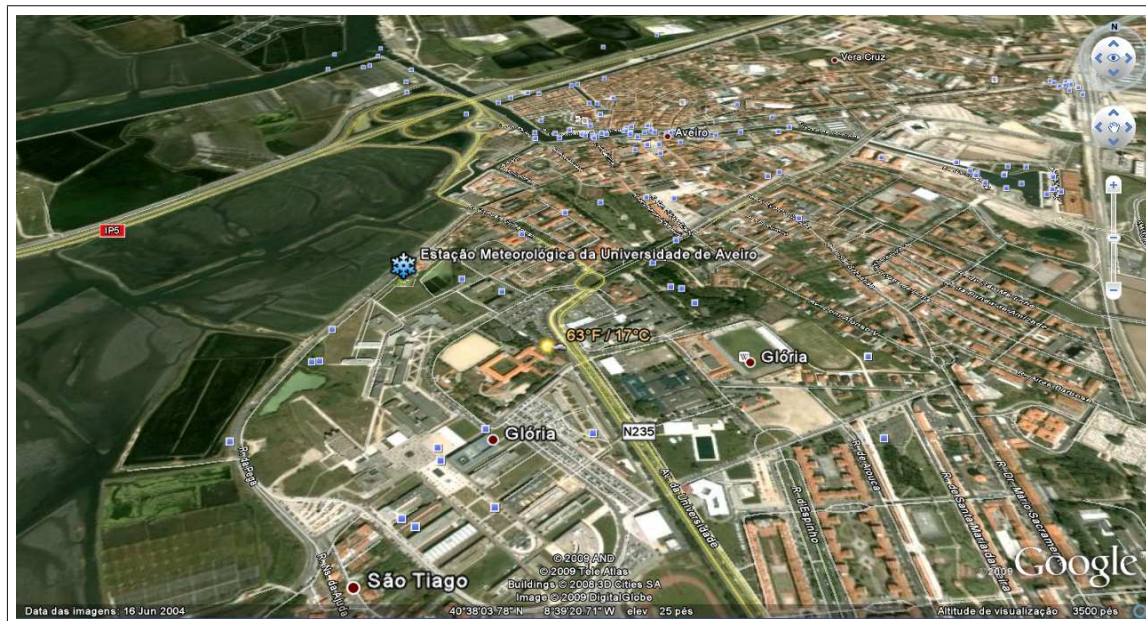


Figura 3.11: Visualização em ambiente virtual da EMC-UA. Ferramenta concebida para apoio ao tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ

Assim, o processo de ensino desloca-se do processo tradicional de transmissão de informação para um processo de estímulo a aprendizagem activa e significativa.

## Capítulo 4

# Estação Meteorológica Clássica

No presente capítulo iremos apresentar o projecto da aplicação da Realidade Virtual em educação, no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.<sup>o</sup> Ciclo do Ensino Básico.

### 4.1 Educação Ambiental

É sabido que o desenvolvimento de cidadãos conscientes, críticos e interventivos passa, entre outros aspectos, pela capacidade de os sujeitos encararem a educação e a aprendizagem como uma riqueza colectiva e não individual. Em termos de práticas educativas apropriadas ao século XXI, esta meta pressupõe a melhoria da qualidade da educação através da diversificação de conteúdos e métodos, promovendo a experimentação, a inovação, a difusão e partilha de informação e de boas práticas (UNESCO, 2003), sustentando-se e fazendo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

A escola como instituição formal de instrução e ensino, outras instituições públicas ou privadas e cada indivíduo são chamados a observar e reflectir sobre os problemas locais e globais a fim de os compreender e agir no sentido de inventariar soluções. O Ensino das Ciências pode proporcionar um contributo valioso com vista à resolução dos problemas, envolvendo os alunos, os professores e outros intervenientes do processo educativo dos jovens na procura de soluções. O objectivo primordial do Ensino das Ciências deve ser a compreensão da Ciência, da Tecnologia e do Ambiente, das relações entre umas e outras e das implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os conhecimentos sociais se repercutem nos objectos de estudo da

ciência e da tecnologia (Cachapuz et al., 2002).

Dentro deste contexto, é clara a necessidade de mudar o comportamento do homem em relação à natureza, no sentido de promover sob um modelo de desenvolvimento sustentável (processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo atender as necessidades das gerações actuais), a compatibilização das práticas económicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes na qualidade de vida de todos.

A Educação Ambiental enfatiza as regularidades, e procura manter o respeito pelos diferentes ecossistemas e culturas humanas da Terra. O dever de reconhecer as similaridades globais, enquanto se interagem efectivamente com as especificidades locais, é resumido no seguinte lema (Talaia e Agostinho, 2007):

**Pensar globalmente, agir localmente.**

Este modelo de desenvolvimento sustentável para uma Educação Ambiental tem em conta que a aprendizagem é mais efectiva se a estratégia/actividade estiver adaptada às situações da vida real do meio em que vivem aluno e professor. Uma das estratégias mais utilizadas pelos professores para conseguir desenvolver nos alunos uma maior compreensão para os problemas ambientais é a visita de estudo, pois esta dá aos alunos um contacto com esses problemas em termos locais e a importância de agir localmente para o desenvolvimento sustentável global.

A visita de estudo, é uma das estratégias que mais estimula os alunos, dado o carácter motivador que constitui a saída do espaço escolar. A componente lúdica que envolve, bem como a relação professor – alunos que propicia, leva a que estes se empenhem na sua realização. Contudo, a visita de estudo não deve ser encarada como passeio. Constitui uma situação de aprendizagem que favorece a aquisição de conhecimentos, proporciona o desenvolvimento de técnicas de trabalho, facilita a sociabilidade e fundamentalmente a compreensão do mundo que nos rodeia.

Um dos objectivos das novas metodologias de ensino – aprendizagem é, precisamente, promover a interligação entre teoria e prática, a escola e a realidade. A visita de estudo é um dos meios mais utilizados pelos professores para atingir este objectivo, ao nível das disciplinas que leccionam. Daí que seja uma prática muito utilizada como complemento para os conhecimentos previstos nos conteúdos programáticos que assim se tornam mais significativos.

Por outro lado, as visitas de estudo têm sido um dos instrumentos privilegiados no desenvolvimento da Área-Projecto. Esta dimensão do currículo, visa a concretização de saberes através de actividades e projectos multidisciplinares, a articulação escola – meio e a formação pessoal e social dos alunos. Organizadas neste contexto, as visitas de estudo têm, progressivamente, acentuado o seu carácter interdisciplinar: as deslocações dos alunos surgem integradas em projectos – turma, colaborando na sua planificação e organização professores de diferentes disciplinas. Uma mesma realidade é susceptível de ser abordada em diferentes perspectivas, tornando-se mais fácil para os alunos compreender, no concreto, que os conhecimentos não são compartimentados.

O que distingue a visita de estudo de um passeio ou excursão é a sua integração no processo ensino/aprendizagem, bem como a sua planificação e preparação cuidada. Na preparação de uma visita, o primeiro momento será a definição dos objectivos. Se estes forem de carácter fundamentalmente cognitivo, dever-se-á ter em conta o momento do processo de aprendizagem considerado mais oportuno para a realizar. Ao planificar a visita, os professores deverão, em conjunto, definir os objectivos de carácter geral e específico. Por essa razão as viagens “virtuais” podem ser utilizadas como estratégias para preparar as visitas de estudo antes de as realizar, permitindo aos alunos um contacto prévio e abordando e explorando conteúdos que posteriormente serão conhecidos na realidade.

Após a preparação, organização e realização da Visita de Estudo, sucede-se a última fase respeitante à realização de Visitas de Estudo, ou seja, uma pós visita onde se procede à averiguação do cumprimento dos objectivos e as expectativas definidos.

Nesta fase, os alunos devem assumir uma atitude de auto reflexão sobre todo o procedimento investigativo que delinearam e implementaram no seu decorrer, e, através do debate de ideias entre todos os colegas da turma procederem à certificação das conclusões retiradas.

É pois, neste contexto, que surge a estação meteorológica “virtual” para promover uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando as suas actividades em torno de problemas concretos que se impõe a comunidade e enfocando-os através de uma perspectiva interdisciplinar, crítica, reflexiva e globalizadora.

Esta ferramenta de apoio à visita de estudo a realizar na Estação Meteorológica da Universidade de Aveiro, proporciona e promove aos alunos a possibilidade de construir conhecimento definido no tema organizador – Sustentabilidade na Terra – nas Ciências Físico-Químicas – 3.º Ciclo do Ensino Básico e a articulação interdisciplinar entre as CN e as CFQ. Desta maneira,

prepara-se os alunos para exercer os seus direitos como cidadãos de forma plena, responsável e consciente, induzindo e motivando a novas formas de conduta do aluno, grupos sociais e sociedade, tornando-os assim, mais aptos a agir na busca de alternativas de soluções para os problemas ambientais e sociais vigentes, em busca da melhoria da qualidade de vida.

## 4.2 Sustentabilidade na Terra–Mudança Global-Tempo Atmosférico

No tema – Sustentabilidade na Terra – pretende-se que os alunos tomem consciência da importância de actuar ao nível do sistema Terra, de forma a não provocar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes. Para um desenvolvimento sustentável, a Educação em Ciência deverá ter em conta a diversidade de ambientes físicos, biológicos, sociais, económicos e éticos. No âmbito desta dissertação, e do tema é essencial que os alunos vivenciem experiências de aprendizagem de forma activa e contextualizada, numa perspectiva global e interdisciplinar, visando o desenvolvimento das seguintes competências:

- Compreensão da importância do conhecimento científico e tecnológico na explicação e resolução de situações que contribuam para a sustentabilidade da vida na Terra;
- Compreensão das consequências que a utilização dos recursos existentes na Terra tem para os indivíduos, a sociedade e o ambiente;
- Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões;
- Reconhecimento que a intervenção humana na Terra afecta os indivíduos, a sociedade e o ambiente e que coloca questões de natureza social e ética.

O tratamento deste tema desenvolve-se de acordo com o esquema organizador que se apresentou na Figura 2.14.

Pela análise da Figura 2.14, podemos situar o nosso estudo no tema Sustentabilidade na Terra – Mudança Global - Tempo Atmosférico.

## 4.3 Mapa de conceitos

É habitual os alunos trazerem para a sala de aula concepções diferentes, pois diferentes são as suas vivências quotidianas. Os professores vêem-se, assim, confrontados com turmas cada vez mais heterogêneas do ponto de vista cultural, económico e social.

A maior parte das vezes, não são os assuntos que estimulam o interesse do aluno, que o motivam; tal é determinado pelas estratégias que o professor utiliza para ir ao encontro do diferente modo de aprender dos alunos, respeitando os seus ritmos de aprendizagem e as necessidades individuais. Consequentemente, advoga-se que o professor pratique uma pedagogia diferenciada, visando uma aprendizagem significativa.

O uso de estratégias diversificadas poderá facilitar a compreensão do conhecimento científico, quer ilustrando a forma como este é construído, quer realçando o seu carácter evolutivo.

Os mapas de conceitos, tendo a sua origem no movimento da teoria construtivista (Ausubel et al., 1984) da aprendizagem, foram usados pela primeira vez por Novak et al. (1998) para quem o mapa conceptual pode ser simultaneamente:

- um recurso de auto-aprendizagem ao dispor dos alunos (e não só);
- um método para encontrar e explicitar significado para os materiais de estudo;
- uma estratégia que estimula a organização dos materiais de estudo.

De acordo com Novak et al. (1998) os mapas conceptuais, enquanto ferramenta educacional, são uma forma de ajudar os estudantes e os educadores a ver os significados dos materiais de aprendizagem.

Os mapas conceptuais têm por objectivo representar relações significativas entre os conceitos na forma de proposições; ou seja, um mapa conceptual é um recurso de representação esquemática, através de uma estrutura bidimensional de proposições de significados conceptuais.

Os mapas de conceitos podem ser usados para sintetizar informação, para consolidar informação a partir de diferentes fontes de pesquisa ou para “*simplificar*” a abordagem a problemas complexos. Podem, igualmente, ser utilizados para rever e refrescar a memória. A sua construção pode funcionar como uma interessante e eficaz estratégia de (auto) aprendizagem mas também pode ser utilizada como meio de avaliação.

Semelhante a um fluxograma, um mapa de conceitos é também uma forma de representação ou organização do conhecimento. Contudo, um mapa de conceitos vai além do esquema convencional: mostrando as relações entre os conceitos, incluindo relações bidireccionais, um mapa de conceitos é constituído por nós (normalmente círculos onde se inscrevem os conceitos) e ligações (linhas) que representam as relações entre os conceitos, através de proposições. Representam de forma bidimensional uma certa estrutura cognitiva mostrando hierarquias e conexões entre os conceitos envolvidos.

Pela sua natureza, os mapas conceptuais, integrando princípios pedagógicos construtivistas constituem uma via interessante para a aprendizagem significativa. Assim, das múltiplas aplicações possíveis podemos referir:

- a) Exploração do que os alunos já sabem – Do ponto de vista pedagógico e numa perspectiva construtivista, o conhecimento do “*ponto de partida conceptual*” facilitará o processo de aprendizagem. Os mapas de conceitos constituem um excelente recurso para explorar e valorizar o que os alunos já sabem.
- b) Roteiro de aprendizagem – Mostrando relações entre significados, tal como um mapa de estradas ou roteiro de viagem mostra a relação entre lugares, os mapas de conceitos são igualmente úteis enquanto suporte ao traçado de roteiros de aprendizagem. Recorrendo à mesma metáfora, é possível obter roteiros de aprendizagem a diferentes escalas construindo mapas de conceitos gerais (abrangentes) e mapas de conceitos de pormenor.
- c) Preparação de trabalhos escritos ou de exposições orais – Organizar ideias e comunicá-las não é para a maioria dos alunos uma tarefa fácil. A elaboração de mapas conceptuais ajuda a ultrapassar dificuldades na “relação com a folha em branco”.
- d) Extracção dos significados de trabalhos de laboratório e de campo e de livros de texto (ou artigos de jornais e revista) – Podem contribuir para que os estudantes não só adquiram conhecimentos significativos a partir das experiências de campo, como os ajudam a ter atitudes positivas e a agirem de forma adequada durante a experiência e depois dela. Podem também ser de grande utilidade na compreensão de livros de texto escolares mas também na compreensão e interpretação de obras literárias ou mesmo de artigos de jornais e revistas.
- e) Extracção dos significados – Os mapas conceptuais como ponto de partida preparatório e/ou como síntese posterior.

Tendo em conta os pressupostos referidos elaboraram-se dois mapas de conceitos, um sobre



o tema Mudança Global como se mostra na Figura 4.1 e outro sobre Efeito Estufa como se mostra na Figura 4.2.

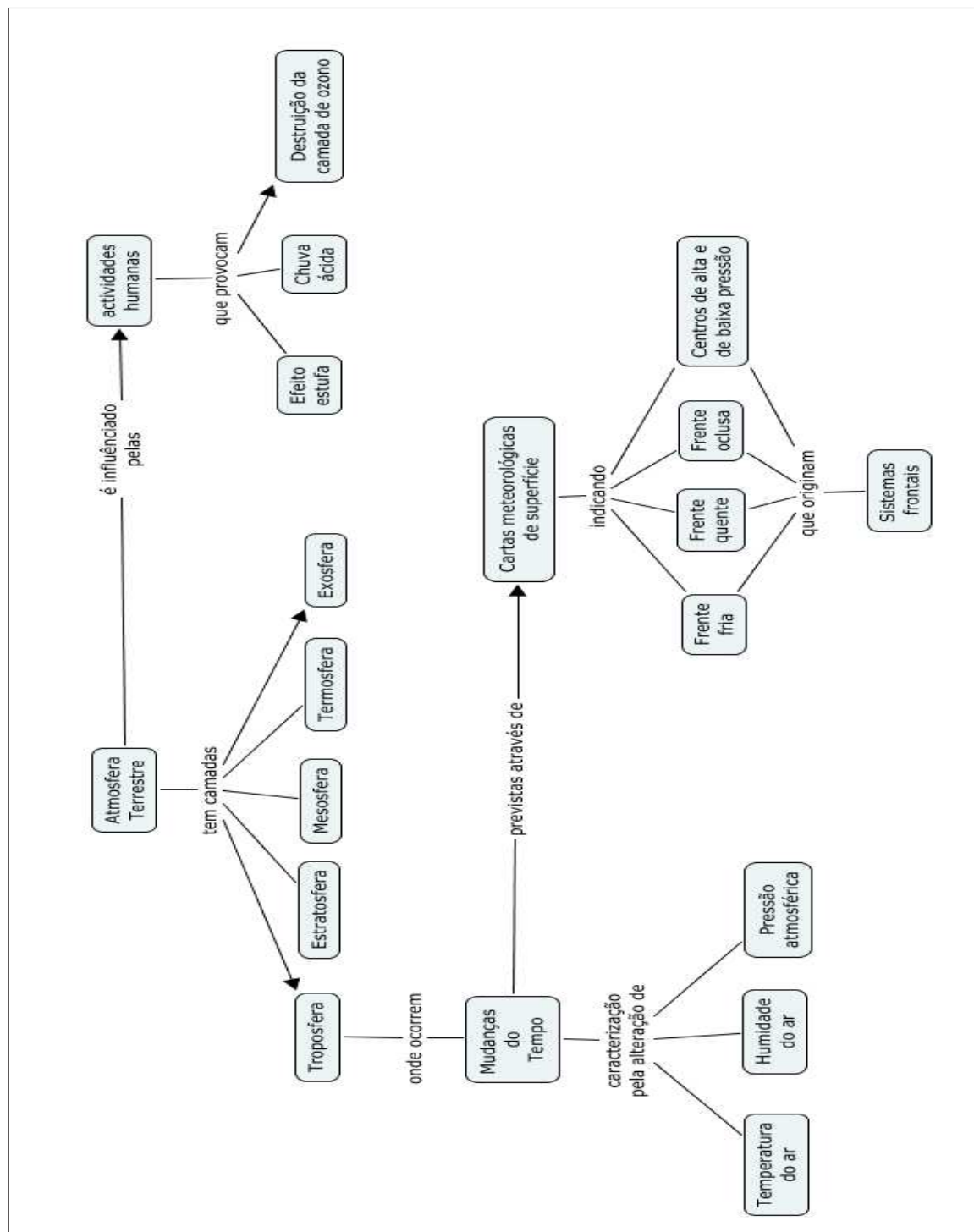


Figura 4.1: Mapa de conceitos - Mudança Global

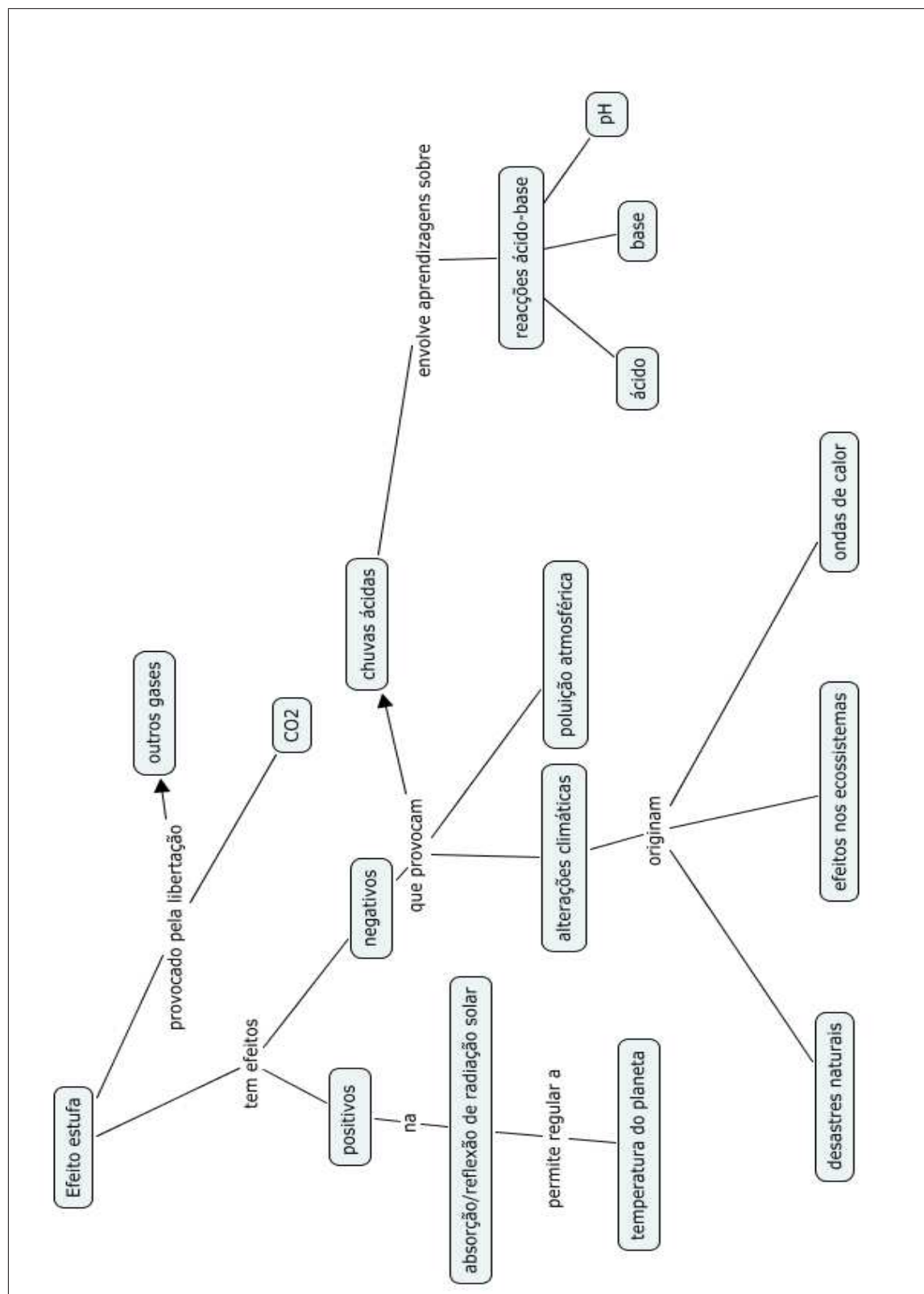


Figura 4.2: Mapa de conceitos - Efeito Estufa

## 4.4 Descrição e previsão do tempo atmosférico

No nosso dia-a-dia somos frequentemente confrontados com informação, nomeadamente oriunda dos mass-media, cuja compreensão passa pelo domínio de saberes de índole cognitiva, processual e atitudinal sobre o tema “*Mudança Global*” em geral, e “*Tempo Atmosférico*” em particular. Notícias sobre desastres ambientais provocados por alteração climáticas, sobre a influência da acção humana nos mesmos, sobre simples previsões meteorológicas em telejornais e jornais, são alguns dos exemplos que podemos referir.

Assim e também porque o actual programa da disciplina de Ciências Físico-Químicas no Ensino Básico em Portugal contempla a abordagem da temática “*Sustentabilidade na Terra*” e, inserido nesta, o tema “*Mudança Global*”, desenvolveu-se a presente ferramenta cognitiva, Estação Meteorologia Clássica “Virtual” na qual se fundamentou, planeou, implementou e avaliou uma abordagem didáctica, com alunos e professores do Ensino Básico.

## 4.5 A atmosfera terrestre

A atmosfera terrestre é o manto de ar que rodeia a Terra como se mostra na Figura 4.3. É formada por camadas com características físicas diferentes, condicionadas pela temperatura e pelos seus constituintes gasosos. Na Figura 4.4 ilustra-se em altitude como a atmosfera é dividida. A linha de cor “vermelha” indica como a temperatura varia em altitude.



Figura 4.3: Porção da atmosfera terrestre vista do espaço

À medida que se sobe, o ar vai-se tornando mais rarefeito, a pressão atmosférica vai diminuindo e a temperatura varia.

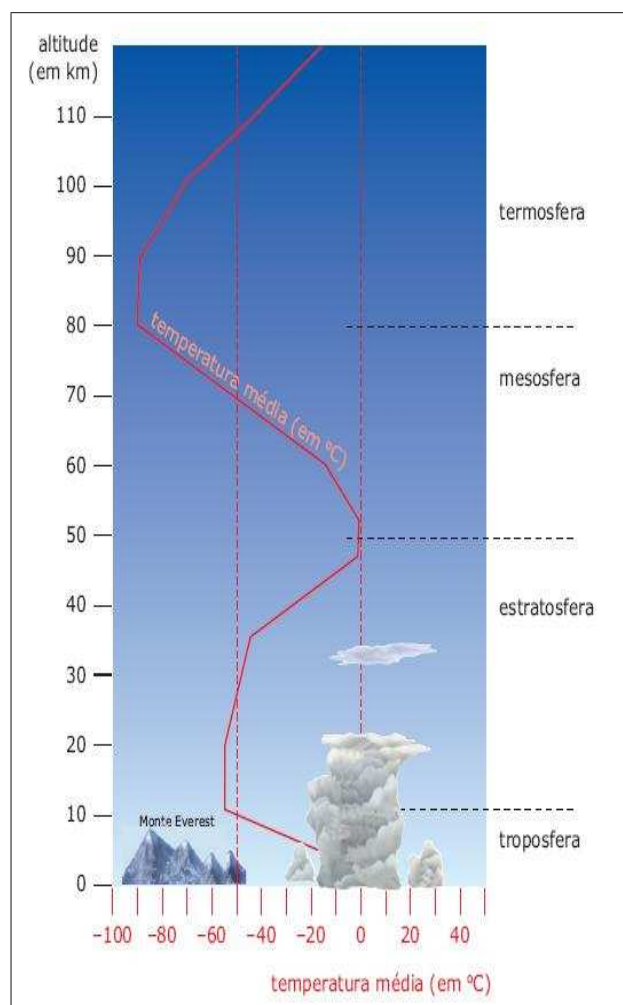


Figura 4.4: Camadas da atmosfera terrestre

A Terra possui uma atmosfera que é constituída por uma mistura de gases (o ar), principalmente por azoto ou nitrogénio (78%) e oxigénio (21%). Os restantes 1% são constituídos por árgon, dióxido de carbono (0,03%) e quantidades variáveis de vapor de água, além de pequenas quantidades de outros gases. A Figura 4.5 mostra os componentes na atmosfera típica.

É bom lembrar que a composição actual da atmosfera é o resultado da evolução dos seres vivos e da Terra ao longo dos últimos 4500 milhões de anos. Por exemplo, o oxigénio do ar provém da fotossíntese realizada nas plantas. Há cerca de 500 milhões de anos, a percentagem de oxigénio na atmosfera já era suficiente para permitir que o sistema respiratório dos primeiros animais funcionasse. Ao nível do mar, a densidade (ou massa volúmica) do ar é cerca de  $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$  e a temperatura média do ar é de  $15^\circ\text{C}$ . Na prática a massa volúmica do ar e a temperatura do ar diminuem com a altitude (Iribarne e Cho, 1980; McIntosh e Thom, 1981).

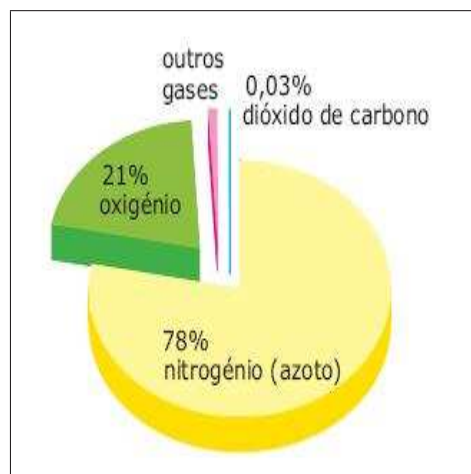


Figura 4.5: Componentes da atmosfera terrestre

Por exemplo, à altitude de 11 000 m, o ar é quatro vezes menos denso e a temperatura é cerca de  $-55^{\circ}\text{C}$ . O ar é, pois, mais rarefeito e apresenta temperaturas mais baixas nas montanhas altas. É por esse motivo que a subida ao cume de uma montanha muito alta exige que a pessoa tenha robustez física. Em média, pode-se considerar que a temperatura do ar diminui  $6-7^{\circ}\text{C}$  por cada quilómetro de altitude, até aproximadamente 11 km de altitude. A composição da atmosfera varia muito com a altitude.

O tempo meteorológico apenas se refere ao que se passa na camada mais baixa da atmosfera (a chamada Troposfera), que tem uma altura média de cerca de 11 km nas zonas polares e de cerca de 16 km nas zonas equatoriais. Cerca de 80% do peso dos gases da atmosfera estão na Troposfera, bem como cerca de 99% do vapor de água (Ahrens, 1999).

Uma das divisões mais aceita é: *Troposfera*, *Estratosfera*, *Mesosfera*, *Ionosfera* e a *Exosfera*. Apresentam-se a seguir algumas informações de cada uma destas camadas.

### **Troposfera**

- É a camada da atmosfera que está em contacto com a superfície terrestre e que contém o ar que respiramos.
- Tem altitude entre 8 km a 16 km
- É a camada menos espessa, mas é a mais densa.
- O ar junto ao solo é mais quente, diminuindo de temperatura com a altitude até atingir cerca de  $-60^{\circ}\text{C}$ .

- A zona limite chama-se Tropopausa. Aqui a temperatura mantém-se sensivelmente constante.
- É a camada mais importante para os meteorologistas, pois condiciona o estado do tempo na Terra.

### **Estratosfera**

- Situa-se entre os 12 km a 50 km
- É nesta camada que se situa a camada de ozono.
- Nesta camada a temperatura aumenta de  $-60^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ . Este aumento deve-se à interacção química e térmica entre a radiação solar e os gases aí existentes.
- As radiações absorvidas são as ultravioletas ( $6,6$  a  $9,9 \times 10^{-19}$  J).
- A zona limite chama-se Estratopausa. Aqui a temperatura mantém-se sensivelmente constante.

### **Mesosfera**

- Situa-se entre os 50 km a 80 km
- Trata-se da camada mais fria da atmosfera.
- A temperatura volta a diminuir com a altitude, chegando aos  $-100^{\circ}\text{C}$  aos 80 km.
- A absorção da radiação solar é fraca.
- A zona limite chama-se Mesopausa. Aqui a temperatura mantém-se sensivelmente constante.

### **Termosfera**

- É a camada mais extensa.
- Começa nos 80 km e vai para além dos 1000 km.
- Trata-se da camada mais quente da atmosfera.

- A temperatura pode atingir os  $2000^{\circ}\text{C}$ .
- Absorvem-se as radiações solares mais energéticas (energia superior a  $9,9 \times 10^{-19} \text{ J}$ ).
- Subdivide-se em duas partes a Ionosfera (entre 80 e 550 km) e a Exosfera (parte exterior da atmosfera que se dilui no espaço a partir dos 1000 km de altitude).

## 4.6 O tempo atmosférico

O tempo atmosférico tem influência na nossa vida. Os sistemas de previsão do estado do tempo, utilizam meios tecnológicos modernos.

Entre os meteorologistas de todo o Mundo, há um intercâmbio que permite prever muitos fenómenos naturais que ocorrem na atmosfera, tais como: nuvens, nevoeiro, aguaceiros, chuva, geada, neve, trovoadas, furacões, vento e outros. Actualmente, existe uma rede de satélites meteorológicos e de comunicação que auxilia na previsão dos fenómenos atmosféricos. Esta rede envia dados para centros de previsão, sendo estes depois tratados em computadores. Posteriormente, as previsões do tempo são transmitidos aos utilizadores.

Em Portugal existe uma rede de estações meteorológicas que permitem avaliar as alterações atmosféricas nas várias regiões do nosso país.

O Instituto de Meteorologia recolhe dados fornecidos pelos satélites e pelas estações meteorológicas. A Figura 4.6 mostra a rede de estações meteorológicas, a Figura 4.7 mostra a localização da EMC-UA e a Figura 4.8 visualiza em ambiente virtual a EMC-UA. Os técnicos de meteorologia do Instituto de Meteorologia analisam todas as informações registadas e elaboram previsões ou prognósticos de superfície para as 24 horas do dia e também para dias posteriores.

## 4.7 As redes de Estações Meteorológicas

Em todo o Globo existem redes de estações meteorológicas. Por recomendação da Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization - WMO) a distância entre estações terrestres da rede fundamental destinadas a fins sinópticos não deve exceder 150 km. Estações de altitude não deverão estar afastadas de mais do que 300 km.

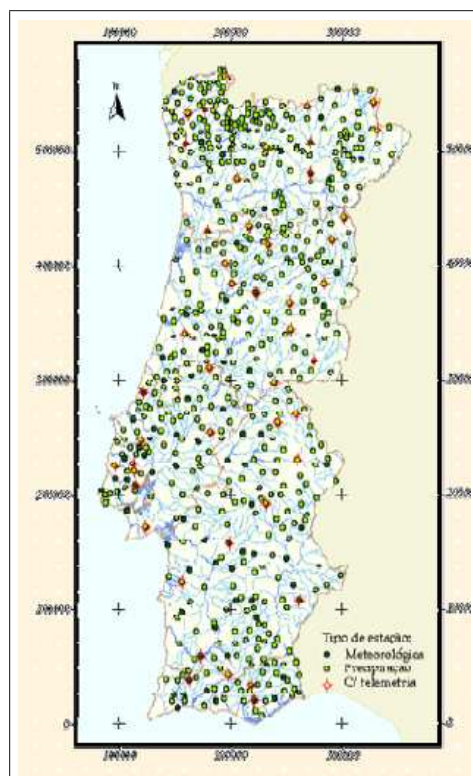


Figura 4.6: Rede de Estações Meteorológicas Nacionais



Figura 4.7: Visualização da EMC-UA no Território Nacional recorrendo à ferramenta desenvolvida no âmbito desta dissertação





Figura 4.8: Visualização do ambiente virtual da EMC-UA

#### 4.7.1 Classificação das Estações Meteorológicas

As Estações Meteorológicas podem ser classificadas do seguinte modo:

1. Estações Sinópticas (em Terra e no Mar)
2. Estações Climatológicas
3. Estações de Meteorologia Aeronáutica
4. Estações de Meteorologia Agrícola
5. Estações Especiais

**Estação Sinóptica** - designa aquela em que se executam observações meteorológicas para efeitos de meteorologia sinóptica. A Meteorologia Sinóptica é o ramo da meteorologia que se ocupa da descrição do tempo real, com base em observações marcadas em cartas geográficas. A finalidade do estudo é o de prever futuras evoluções do estado do tempo. Dentro destas estações há as de superfície e as de altitude.

**Estações Climatológicas** - onde se obtêm os dados meteorológicos de interesse para fins climatológicos. Em termos gerais, pode dizer-se que o clima corresponde às condições meteorológicas consideradas num período de longa duração. Uma vez que os dados obtidos nas

estações sinópticas interessam também para fins climatológicos, as estações climatológicas incluem também as primeiras.

**Estações de Meteorologia Aeronáutica** - têm por fim responder às necessidades especiais da aviação. Situam-se nos aeroportos. Tanto observações sinópticas como climatológicas podem ser efectuadas neste tipo de estações.

**Estações de Meteorologia Agrícola** - os dados nelas obtidos destinam-se a apoiar a agricultura, sendo esta entendida no seu sentido mais lato, incluindo horticultura, criação de animais e silvicultura. Nestas estações executam-se, não só observações especiais do meio físico, mas também observações de natureza biológica. Utilizam também informações obtidas em todos os tipos de estações.

**Estações Especiais** - estas estações permitem avaliar acontecimentos meteorológicos especiais. Assim, incluem estações para observação de perturbações atmosféricas, detecção de hidrometeoros por meio de radar, hidrologia, medição da radiação, etc.

## 4.8 Instrumentos e métodos de observação

### 4.8.1 Observações de superfície

As observações de superfície são executadas por um observador colocado ao nível do solo ou do mar, ou próximo dele, utilizando unicamente instrumentos que se encontram ao mesmo nível.

Descrevem-se, a seguir, vários procedimentos e práticas relacionados com a execução de observações sinópticas de superfície. As mesmas técnicas podem-se aplicar a outros tipos de observações de superfície.

Apresentam-se aspectos gerais dos princípios de concepção e manuseamento dos instrumentos utilizados na Estação Meteorológica Clássica da Universidade de Aveiro, que podem ser descobertos na ferramenta desenvolvida através de um passeio virtual ou visualização de fotografias, como se mostra na Figura 4.9. Sendo que a descrição e visualização dos dados observados na estação, estão disponíveis em menus de rápido acesso, como o exemplo de Instrumentos como se mostrou na Figura 2.4 ou através do menu Estação Meteorológica "virtual". Na Figura 3.6 indica-se, como exemplo, um instrumento meteorológico denominado de Heliógrafo.



Figura 4.9: Ambiente de visualização de instrumentos da EMC-UA

#### 4.8.1.1 Natureza das observações meteorológicas

Para realizar um estudo científico da atmosfera é necessário, em primeira instância, recolher e organizar dados meteorológicos. Para executar muitas das observações podem aplicar-se, simplesmente, os órgãos dos sentidos, especialmente os da visão. Estas observações são designadas por observações sensoriais. Um exemplo, é o da estimativa da quantidade de nuvens presentes no céu.

Frequentemente, torna-se necessário recorrer a instrumentos que funcionam como prolongamento dos sentidos. Neste caso, as observações designam-se por observações instrumentais. Cita-se, como exemplo, a determinação da temperatura do ar por leitura de um termómetro. As observações dos diversos parâmetros meteorológicos são registadas na estação de observação meteorológica, no nosso caso, na EMC-UA.

#### 4.8.1.2 Diferentes tipos de observações

Os parâmetros meteorológicos observados nas estações meteorológicas dependem dos fins a que as observações se destinam. Assim:

##### 1 - Observações Sinópticas

Em todas as estações sinópticas, executam-se observações dos seguintes elementos:

- Tempo presente (o que se observa no acto da observação) e tempo passado (dados

relativos a um período de tempo anterior ao presente)

- Direcção e velocidade do vento
- Quantidade, tipo ou tipos e altura das bases das nuvens
- Visibilidade horizontal
- Temperatura do ar
- Humidade relativa do ar
- Pressão atmosférica.

Além disso, e nas estações sinópticas terrestres são observados:

- número de horas de sol (insolação)
- Característica e tendência da pressão atmosférica
- Temperaturas extremas (mínima e máxima)
- Quantidade de precipitação
- Estado do solo
- Direcção do movimento das nuvens
- Fenómenos especiais.

Nas estações sinópticas oceânicas, incluem-se ainda observações dos seguintes elementos:

- Velocidade e rota do navio
- Temperatura da água do mar
- Direcção do movimento, período e altura das ondas e das vagas.
- Gelo do mar
- Fenómenos especiais

## 2 - Observações Climatológicas

Nas estações climatológicas principais executam-se observações de todos ou da maior parte dos seguintes elementos:

- Estado do tempo
- Vento
- Quantidade, tipo ou tipos e alturas das bases das nuvens
- Visibilidade horizontal
- Temperatura do ar (incluindo as temperaturas extremas)
- Humidade relativa do ar
- Pressão atmosférica
- Precipitação
- Neve no solo
- Insolação
- Temperatura do solo

## 3 - Observações de Meteorologia Aeronáutica

As observações executadas nos aeródromos satisfazem as necessidades especiais da aviação. Nos aeródromos também se realizam observações sinópticas e climatológicas.

## 4 - Observações de Meteorologia Agrícola

Numa estação meteorológica agrícola incluem-se observações do meio físico, como:

- Temperatura e humidade a diferentes níveis
- Temperatura do solo
- Conteúdo de humidade do solo a diversas profundidades
- Turbulência e mistura de ar nas camadas baixas
- Hidrometeoros e outros factores de equilíbrio da humidade

- Insolação e Radiação

São executadas também observações de natureza biológica. Estas incluem observações do crescimento e do rendimento das plantas e dos animais. São também registados os danos causados directamente pelas condições de tempo, e os que são devidos a doenças e pragas.

## 5 - Observações Especiais

A natureza dos elementos meteorológicos observados em estações especiais depende do fim para a estação foi criada. Assim, num grupo seleccionado de estações sinópticas e climatológicas, o programa de observações também inclui:

- Registo, com equipamento simples, da insolação
- Medições da evaporação
- Registo contínuo da radiação solar global e cósmica numa superfície horizontal.

### 4.8.1.3 Horas das Observações

Como regra geral, é preciso proceder tão rapidamente quanto possível à estimativa dos elementos que constituem uma observação sinóptica de superfície. No caso de uma observação deste tipo, a hora real da observação é a hora a que se procede à leitura do barómetro.

A hora de observação foi fixada, por acordo internacional, pela OMM.

A hora oficial da observação é a hora oficial determinada pelo Serviço Meteorológico competente. Convirá que esta hora seja o mais próximo possível da hora da observação.

Em Meteorologia, usa-se o relógio de 24 horas. Para designar a meia-noite não se usa 24HOO mas sim 00HOO, que é também o começo do novo dia. 06HOO designa as 6 horas da manhã, enquanto que 18HOO designa as 6 horas da tarde.

As observações sinópticas devem ser executadas em todo o Mundo de acordo com a hora Universal. Esta é o tempo médio local ao longo do meridiano de Greenwich, também conhecido por Tempo Médio de Greenwich (TMG) ou Tempo Universal (UTC). Assim, as horas padrão fixas de observação são, portanto TMG, e não tempo local ou de zona.

As horas das observações sinópticas principais de superfície são 00HOO, 06HOO, 12HOO, 18HOO TMG, com observações intermédias às 03HOO, 09HOO, 15HOO e 21HOO TMG.

As observações de pressão atmosférica devem ser executadas exactamente a essas horas. As outras observações devem fazer-se nos dez minutos anteriores.

#### 4.8.1.4 Medições das distâncias verticais

Num local conveniente do recinto de cada estação meteorológica ou num objecto fixo que se encontre próximo, deve fazer-se uma marca permanente, que servirá de ponto de referência para medições de distâncias verticais na estação ou perto dela.

Em relação às distâncias verticais, a OMM emprega determinados termos:

1. Altura, **h**

Distância vertical a que se encontra um nível, um ponto ou um objecto considerado como um ponto, medida a partir de um nível de referência determinado.

2. Altitude, **H**

Distância vertical a que se encontra um nível, um ponto ou um objecto considerado como um ponto, medida a partir do nível médio das águas do mar.

Altura designa também a dimensão vertical de um objecto. Por outro lado,  $h$  e  $H$  referem-se a altura e altitude tal como habitualmente são usadas. O símbolo  $H$  quando aparece sem índice, refere-se à distância vertical, acima do nível médio das águas do mar, a que se encontra o solo da estação meteorológica.

Para indicar quais os instrumentos, níveis, etc., que estão a ser referenciados em termos de distância vertical utilizam-se índices associados aos símbolos  $H$  e  $h$ .

Exemplos:

- **a** para aeródromo - nível de referência adoptado para um aeródromo
- **p** pressão - indicação do nível de referência das observações feitas na estação
- **z** zero da escala do barómetro.

Então:

**$H_p$**  - é a distância vertical, acima do nível médio das águas do mar, adoptado como nível de referência para as observações feitas na estação. A  $H_p$  chama-se muitas vezes altitude da estação, e a pressão atmosférica a esse nível é conhecido por pressão na estação.

**H<sub>z</sub>** - é a distância vertical, acima do nível médio das águas do mar a que se encontra o zero da escala do barómetro. É também conhecida por altitude da tina do barómetro.

Em algumas estações, a marca permanente destinada a ponto de referência encontra-se ao mesmo nível que o zero do barómetro. Neste caso, H<sub>p</sub> e H<sub>z</sub> são iguais.

#### **4.8.1.5 As funções dos observadores**

Os observadores meteorológicos têm as seguintes funções:

- Manter os instrumentos em bom estado.
- Mudar os gráficos dos instrumentos registadores.
- Executar as observações sinópticas e climatológicas com o devido rigor.
- Codificar e transmitir os resultados das observações.
- Elaborar os registos semanais ou mensais.

#### **4.8.2 Tipos fundamentais de instrumentos meteorológicos**

Os instrumentos podem ser:

- Instrumentos de leitura diversa.
- Instrumentos registadores.

Os primeiros são mais rigorosos, mas as medições dos parâmetros meteorológicos só podem ser executadas durante a leitura. Para obter medições a outras horas, é necessário utilizar instrumentos registadores, que mantêm um registo contínuo das medições: designam-se por instrumentos registadores.

A precisão de um instrumento registador pode ser melhorada por meio de calibração feita a intervalos regulares. Para tal, comparam-se as medições com as de um instrumento de leitura directa, que mede o mesmo parâmetro meteorológico. Havendo diferença nos valores, o instrumento registador deve ser calibrado contra os valores registados pelo instrumento de leitura diversa.



#### 4.8.2.1 Instrumentos registadores

Na maior parte dos instrumentos registadores utilizados em Meteorologia, o movimento das peças é amplificado por meio de alavancas. Estas fazem deslocar uma pena sobre um gráfico colocado sobre um tambor, que é movido por um mecanismo de relojoaria.

Nos instrumentos registadores o atrito deve ser reduzido ao mínimo, não só nos suportes, como entre a pena e o papel, devendo haver meios de regular a pressão entre a pena e o papel. Se esta pressão for reduzida ao mínimo, produz-se um traço contínuo legível.

No caso de um registador movido por um mecanismo de relojoaria é importante determinar com precisão, o momento em que foi registado qualquer dos pontos do traço. Para evitar qualquer erro eventual, é necessário provocar no próprio registo marcas de tempo rigorosas.

Estas devem ser provocadas pelo menos uma vez por dia, anotando-se a hora certa até ao minuto mais próximo.

O traço ideal é o que tenha o mínimo de espessura possível sem ser ilegível, ou sem arranhar o papel. Para tal, é necessário tratar a pena cuidadosamente, e limpá-la com álcool desnaturado quando se obstruir com tintas.

#### 4.8.2.2 Mecanismos de relojoaria e cilindros registadores

Nos instrumentos registadores há duas combinações possíveis do cilindro com o mecanismo de relojoaria:

1. o mecanismo de relojoaria está fixo ao instrumento e só o cilindro gira;
2. o mecanismo de relojoaria está fixo ao interior do cilindro e gira com ele.

O primeiro sistema facilita a eliminação de ressaltos, que constituem uma das principais causas de erro de cronometragem; diminui também o risco de avaria do mecanismo de relojoaria, visto que só é necessário retirar o tambor quando se mudam os gráficos.

**Gráficos para instrumentos registadores** - Em muitos instrumentos, a pena de registo está fixa a uma alavanca - o “braço da pena” - que gira sobre um eixo situado numa das extremidades. O mecanismo move-se quando o elemento - temperatura, pressão, etc. - varia. Consequentemente, o braço da pena gira sobre o eixo, e a pena desloca-se segundo uma linha curva.

Assim, as linhas que, nos gráficos, marcam o tempo, são arcos de circunferências. Estas linhas curvas, aparecem no sentido vertical, e estão espaçadas de acordo com a velocidade de rotação do cilindro. As linhas “horizontais” do gráfico, representam valores do elemento e estão espaçadas de acordo com a amplitude do movimento da pena.

Para se fixar o gráfico ao cilindro registador, ou se usam molas que se aplicam às extremidades do cilindro, ou uma tira de metal presa com uma charneira ou metida numa ranhura na extremidade inferior do cilindro e fixa na extremidade superior por um encurvamento da própria tira de metal.

O gráfico deve ser colocado bem ajustado, e é fundamental utilizar para cada instrumento registador o gráfico adequado.

**O nónio** - Alguns instrumentos meteorológicos, como por exemplo, os barómetros têm aco-plada uma pequena escala móvel. Esta utiliza-se para subdividir a distância entre duas marcas de graduação da escala principal, fixa. A escala móvel chama-se nónio, como se indica na Figura 4.10. Com a leitura efectuada no nónio obtém-se um grau de precisão igual à diferença

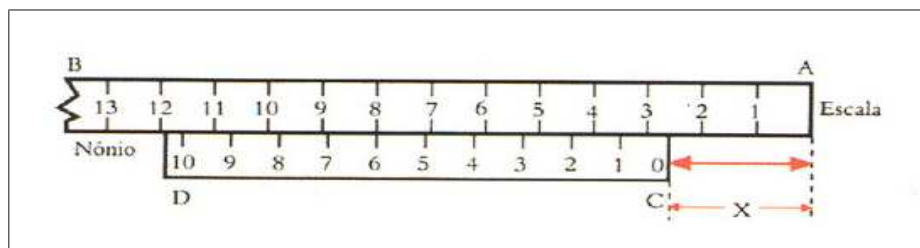


Figura 4.10: Nónio. Escala móvel para subdividir a distância entre duas marcas de graduação da escala principal, fixa

entre uma divisão da escala principal e uma divisão do nónio. Esta diferença chama-se a “precisão da leitura” do instrumento.

#### 4.8.2.3 Leitura dos instrumentos meteorológicos

As observações meteorológicas devem ser feitas com pontualidade. A observação da pressão deve ser feita à hora prescrita. Dez minutos deverão ser suficientes para efectuar as restantes observações, imediatamente antes da pressão.

É necessário verificar o resultado das observações, o que não significa que todas as leituras tenham de ser repetidas. A verificação destina-se a assegurar que não houve omissão ou erro grave.

O observador deve assegurar-se que as observações não dão origem a dúvidas no espírito das pessoas que irão utilizar posteriormente esses dados. A utilização pode ser para efeitos de previsão imediata, ou alguns anos depois, em estudos climatológicos.

#### 4.8.2.4 Aspectos gerais das observações de superfície executadas com instrumentos

Os elementos observados com recurso a instrumentos, na estação meteorológica clássica da UA são os seguintes:

- Insolação
- Temperatura máxima e mínima
- Temperatura do ar, da água e do solo
- Pressão atmosférica
- Humidade relativa do ar
- Direcção e velocidade do vento à superfície
- Precipitação
- Evaporação

#### 4.8.2.5 Localização e exposição dos instrumentos meteorológicos

As medições de alguns parâmetros meteorológicos dependem da exposição dos instrumentos. Para comparação de observações registadas em estações diferentes é necessário que a localização dos instrumentos meteorológicos obedeam a certas condições. Não devem estar próximos de árvores ou edifícios, por exemplo.

Para exposição, no exterior do abrigo meteorológico, de instrumentos meteorológicos basta uma parcela de terreno nivelado com cerca de 9 metros por 6 metros, coberto de relva curta e cercado com rede.

A localização da estação meteorológica deve ser tal que permita que as condições do ambiente se encontrem bem representadas para a região onde está localizada. Deve encontrar-se

afastada da influência imediata de árvores e edifícios e tanto quanto possível, não deve estar situada sobre vertentes inclinadas, cumes, penhascos ou covas, nem na sua proximidade.

Esta regra não se aplica aos instrumentos destinados a medir a precipitação. Estes exigem uma distribuição conveniente de árvores e arbustos ou seu equivalente, para servirem de protecção contra o acesso do vento. Estas obstruções não devem, contudo, ser tais que gerem turbulência, o que seria inconveniente para as observações.

As estações sinópticas devem estar situadas de modo a fornecer dados meteorológicos representativos da área em que se encontram. Nas estações de meteorologia aeronáutica ou de meteorologia agrícola os instrumentos devem ser colocados de modo a que sejam representativos das condições do aeródromo, ou das condições agrícolas e naturais da região respectiva.

Em geral, as estações climatológicas devem estar situadas num local e sob condições que permitam o funcionamento contínuo da estação durante, pelo menos, dez anos. A exposição deve permanecer inalterada durante um período de longa duração.

A localização e exposição dos instrumentos meteorológicos é de extrema importância, sendo possível a partir da Estação Meteorológica “Virtual” explorá-las em dois ambientes virtuais: imersivo, como se mostra na Figura 4.11 e não imersivo como se mostra na Figura 4.12.



Figura 4.11: Ambiente virtual imersivo - localização e exposição dos instrumentos meteorológicos



Figura 4.12: Ambiente virtual não imersivo - localização e exposição dos instrumentos meteorológicos

O ambiente imersivo e não imersivo permite localizar e dimensionar os instrumentos na Estação Meteorológica. Contudo, o ambiente imersivo tem mais valias, pois permite verificar para as diferentes épocas do ano e para os diferentes horários a exposição à radiação solar dos instrumentos e visualizar toda a envolvente à Estação Meteorológica.

#### 4.8.2.6 Características recomendáveis dos instrumentos meteorológicos

As características mais importantes que os instrumentos meteorológicos devem possuir são:

- a regularidade de funcionamento;
- a precisão;
- a simplicidade de concepção;
- a facilidade de utilização e de manutenção;
- a robustez de construção.

Durante o funcionamento, o instrumento deve manter um grau de precisão conhecido, durante um período longo. A simplicidade e a facilidade de utilização e de manutenção são importan-

tes, porque a maior parte dos instrumentos meteorológicos funciona continuamente ano após ano, e em muitos casos encontram-se afastados de oficinas de reparação especializadas.

Muitos instrumentos estão completa ou parcialmente expostos às condições de tempo, sendo particularmente importante que tenham uma construção robusta.

## 4.9 Determinação da temperatura

Sob o ponto de vista da Meteorologia (à superfície) interessa conhecer as temperaturas do ar, do solo e das superfícies líquidas.

### 4.9.1 Escalas de temperatura

Em Meteorologia a temperatura é referida, para quase todos os efeitos, em valores da escala de Celcius -  $t^{\circ}C$ ; os pontos fixos desta escala são o ponto de fusão do gelo ( $0^{\circ}C$ ) e o ponto de ebulição da água ( $100^{\circ}C$ ) (os quais devem ser verificados em condições de pressão normal).

Em alguns países, ainda se usa, para efeitos de observação, a escala de Fahrenheit -  $t^{\circ}F$ , para a qual os pontos fixos são  $32^{\circ}F$  (ponto de fusão do gelo) e  $212^{\circ}F$  (ponto de ebulição da água).

A O.M.M. adoptou a escala de Celcius para troca internacional de mensagens de observação. A expressão (4.1) permite converter de graus Fahrenheit em graus Celcius

$$t^{\circ}C = \frac{5}{9}(t^{\circ}F - 32) \quad (4.1)$$

Para muitos fins científicos usa-se a escala termodinâmica absoluta da temperatura, de Kelvin -  $T^{\circ}K$ . O ponto fixo fundamental é o ponto triplo da água pura, onde ocorrem juntamente em equilíbrio os estados: sólido, líquido e gasoso da água. A expressão (4.2) permite converter graus Kelvin em graus Celsius

$$t^{\circ}C = T^{\circ}K - 273,15 \quad (4.2)$$

### 4.9.2 A temperatura do ar à superfície

Em linguagem meteorológica entende-se por temperatura do ar à superfície, a temperatura ao ar livre a uma altura acima do nível ao solo compreendida entre 1,25 e 2 m.

Para as necessidades da agricultura, pode ser útil determinar a temperatura a níveis diferentes entre o nível do solo e cerca de 10 m acima do limite superior da vegetação predominante.

As determinações da temperatura devem ser feitas a horas fixas, juntamente com os valores extremos atingidos durante o dia.

### 4.9.3 Exposição dos termómetros

Para que a leitura feita seja representativa, os termómetros devem estar protegidos da radiação proveniente do Sol, da Terra e dos objectos circundantes. Devem, também, ser convenientemente ventilados.

O sistema de protecção actualmente mais utilizado é o abrigo meteorológico de persianas, como se mostra nas Figuras 4.13 e 4.14.

#### 4.9.3.1 Abrigo Meteorológico

A Estação Meteorológica da Universidade de Aveiro tem um abrigo meteorológico ou guarita como se mostra nas Figuras 4.13, 4.14, 4.15 e 4.16.



Figura 4.13: Visualização em ambiente virtual não imersivo do abrigo meteorológico



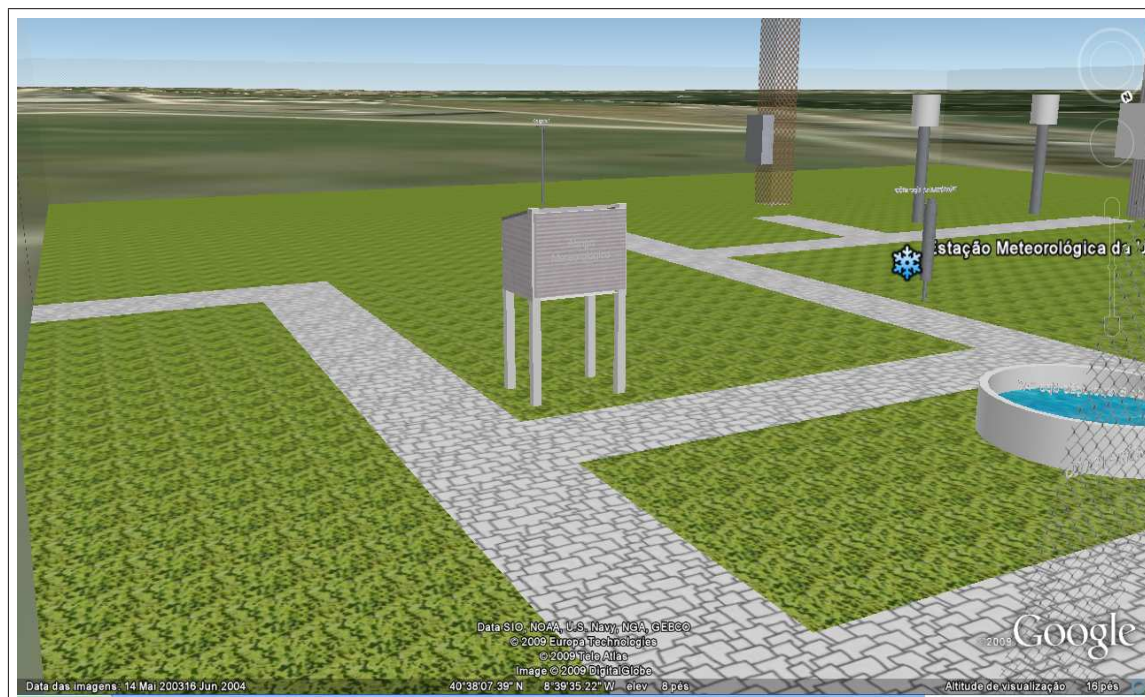


Figura 4.14: Visualização em ambiente virtual imersivo do abrigo meteorológico



Figura 4.15: Visualização do abrigo meteorológico com a porta fechada

O abrigo é constituído por paredes de madeira, porta e fundo, tudo em forma de dupla persiana, pintadas de branco, de modo a favorecer a ventilação interior e a reflectir uma boa percentagem da radiação solar interceptada pelo abrigo. A porta do abrigo meteorológico





Figura 4.16: Visualização do abrigo meteorológico com a porta aberta

deve abrir para o Norte no Hemisfério Norte, de modo a impedir que a radiação solar interfira nos instrumentos quando se procede a recolha de dados. No interior do abrigo meteorológico estão colocados os seguintes instrumentos como se mostra na Figura 4.17:

- Termómetro de temperatura máxima
- Termómetro de temperatura mínima
- Termo-higrógrafo
- Psicrómetro
- Termómetro seco
- Termómetro molhado
- Evaporímetro de Piche
- Vários itens de apoio (cronómetro, garrafa com água destilada, proveta para medir a precipitação, livro de anotações, lápis, borracha, mapa com os locais para avaliar a visibilidade e tabela para avaliar a humidade relativa do ar).



Figura 4.17: Visualização dos instrumentos colocados no interior do abrigo meteorológico

#### 4.9.4 Termómetros de líquido em vidro

Para as observações de rotina da temperatura do ar, incluindo temperatura máxima e mínima, usam-se quase invariavelmente termómetros de líquido em vidro (ou termómetros de líquido em tubo capilar de vidro).

O mercúrio não pode ser utilizado como líquido do termómetro abaixo de  $-36^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, visto que o seu ponto de congelação se situa imediatamente abaixo desta temperatura.

Para temperaturas inferiores é apropriado o álcool etílico puro.

##### 4.9.4.1 Leitura dos termómetros de líquidos em vidro

A temperatura do ar é a indicada pelo termómetro seco que faz parte do instrumento meteorológico denominado psicrómetro.

A leitura de um termómetro de líquido em vidro deve efectuar-se no intervalo de tempo estritamente necessário para tal, de modo a que se faça com precisão, e a fim de se evitar variações de temperatura devidas à presença do observador.

No caso do líquido termométrico ser o mercúrio, a extremidade da coluna de mercúrio forma uma superfície curva, que se designa por menisco. A leitura correcta corresponde ao ponto extremo do menisco. A escala do termómetro está gravada no tubo de vidro e fica ligeiramente

mais próxima do observador do que a coluna de mercúrio. Consequentemente, a posição da extremidade da coluna de mercúrio em relação à escala, varia com o ângulo de visão. Para evitar erros de paralaxe, a leitura deve ser feita pelo observador de tal modo que entre os seus olhos e a extremidade do menisco exista uma linha recta perpendicular ao tubo onde está a escala de medida. A Figura 4.18 ilustra bem como se devem evitar erros de paralaxe, caso B e C.

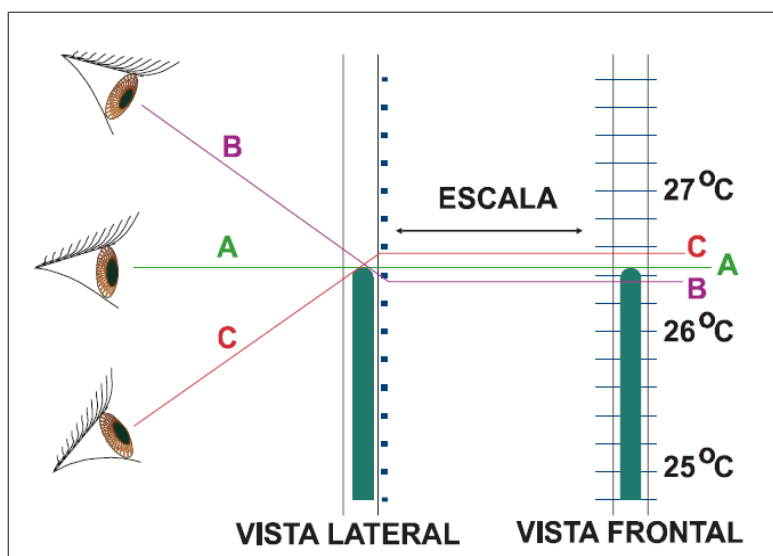


Figura 4.18: Representação esquemática de como efectuar a leitura num termómetro de mercúrio

A leitura da temperatura do ar é feita com aproximação até ao décimo de grau, precisão esta necessária para a determinação da humidade relativa do ar. Quando a escala do termómetro for de subdivisões de meio grau ou quinto de grau, a leitura de décimo de grau deve ser feita por estimativa.

#### 4.9.5 Termómetro de temperatura máxima

O termómetro de temperatura máxima mais comum é um termómetro de mercúrio em vidro com um estrangulamento no tubo abaixo da graduação mínima. É semelhante ao que se usava a alguns anos para avaliar a temperatura de um ser humano. Quando a temperatura diminui depois de alcançar um valor máximo, o mercúrio não volta à parte do tubo abaixo do estrangulamento. A Figura 4.19 ilustra o estrangulamento de um termómetro de temperatura máxima de mercúrio.

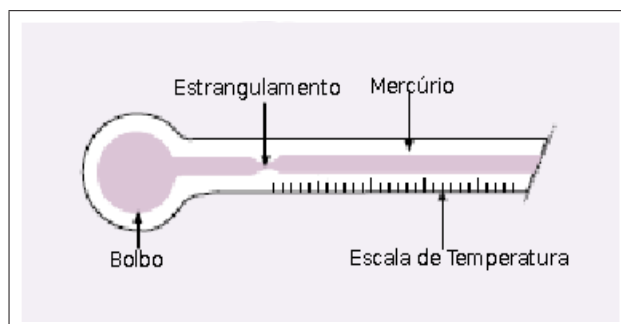


Figura 4.19: Estrangulamento do tubo de um termómetro de temperatura máxima

#### 4.9.6 Leitura e preparação do termómetro de temperatura máxima

A leitura do termómetro de temperatura máxima faz-se normalmente uma vez por dia. O valor registrado pelo termómetro de máxima deve ser igual ou superior ao de qualquer valor do termómetro seco indicado no momento da preparação. Deve-se evitar erros de paralaxe.

Depois da leitura, novamente o termómetro de máxima deve ser posto em estado de funcionar. A operação designa-se por "preparação". Esta consegue-se, segurando firmemente o termómetro, envolvendo-o com a mão de modo a que o termómetro fique com o reservatório fora dos dedos, mas se estenda dentro do invólucro formado pelos dedos e se prolongue ao longo do braço. Levanta-se o braço estendido, acima da cabeça, e num movimento rápido, sacode-se o braço sempre estendido, até abaixo, como se mostra na Figura 4.20. Deve ter-se o cuidado de não deixar escapar o termómetro, e de evitar que este choque com qualquer obstáculo, incluindo o observador.

Depois de preparado, o termómetro de máxima deve indicar o mesmo valor que o termómetro seco. É colocado de novo no suporte, primeiro o depósito e inclina-se depois cuidadosamente o tubo, até a extremidade oposta assentar no suporte.

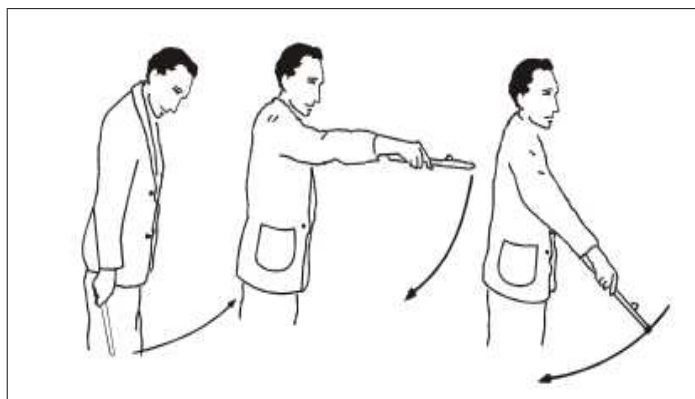


Figura 4.20: Movimento necessário à preparação de um termómetro de temperatura máxima

#### 4.9.7 Termómetro de temperatura mínima

O tipo mais comum de termómetro de mínima é o termómetro de álcool. No interior do líquido existe um indicador de vidro escuro, muito leve e em forma de haltere. Este desloca-se livremente no interior do álcool, mas não emerge facilmente do líquido, devido à tensão superficial. A Figura 4.21 mostra o que se acaba de descrever. De salientar que, ao contrário do mercúrio, o álcool é um líquido que molha o vidro.

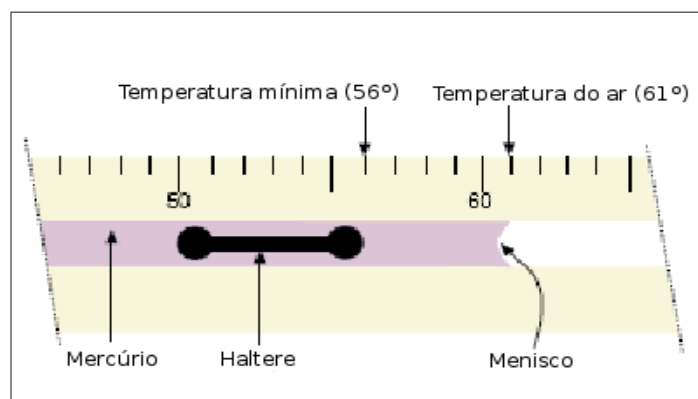


Figura 4.21: Indicador do termómetro de temperatura mínima

Se o termómetro de mínima for inclinado de modo a que a extremidade do depósito fique para cima, o índice de vidro desliza ao longo do tubo, até que atinge o menisco. Ao atingir esse ponto pára, devido à resistência oferecida pela tensão superficial do menisco.

O termómetro de temperatura mínima é colocado no abrigo meteorológico numa posição próxima da horizontal, ficando ligeiramente inclinado com o depósito para baixo.

Quando a temperatura diminui, o álcool do depósito contrai-se e o indicador de vidro é arrastado pelo menisco em direcção ao depósito. Devido à posição do termómetro, o movimento do indicador em direcção ao depósito é ligeiramente auxiliado pela gravidade.

Quando a temperatura aumenta, o álcool dilata-se e o indicador de vidro mantém-se na mesma posição, enquanto o menisco se situará para além daquele.

#### 4.9.8 Leitura e preparação do termómetro de temperatura mínima

A leitura do termómetro de temperatura mínima que, normalmente se faz uma vez por dia, deve ser igual ou inferior à do termómetro seco, tal como no momento da preparação.

O valor da leitura é indicado pela extremidade do índice de vidro mais afastada do depósito.

São de evitar os erros de paralaxe, devendo a linha recta que une a vista do observador e a extremidade do índice de vidro mais afastada do depósito, ser perpendicular à escala do tubo do termómetro.

Depois da leitura do termómetro de mínima, deve-se preparar novamente o termómetro. Para o ajuste, inclina-se ligeiramente o termómetro, de modo a que o indicador ou haltere deslize ao longo do tubo e entre em contacto com o menisco do álcool. A extremidade do índice mais afastada do depósito deve indicar a temperatura do ar nesse momento, isto é, deve coincidir com o valor indicado pelo termómetro seco.

Deve evitar-se o aquecimento do depósito, quer devido ao contacto com a mão do observador, quer devido à radiação solar, ou outras causas.

Ao repor um termómetro de mínima no abrigo meteorológico, inclina-se ligeiramente o instrumento com o depósito para cima, assentando primeiro a extremidade oposta ao depósito. Depois faz-se descer cuidadosamente o depósito, assegurando que o indicador não desliza na direcção daquele.

#### 4.9.9 Termo-higrógrafo

O Termo-higrógrafo permite o registo em simultâneo da temperatura do ar e da humidade relativa do ar.

As unidades de medida são, respectivamente, para a temperatura o grau Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) e para a humidade relativa a percentagem (%). A medição da temperatura realiza-se através de um elemento sensível denominado "bimetálico", ligado a um sistema de transmissão e ampliação, que regista as alterações de temperatura sobre o diagrama. A Figura 4.22 ilustra o esquema do sistema de registo. A humidade relativa é registada a partir de um feixe de cabelos que dilata ou contrai, devido à maior ou menor quantidade de vapor de água na atmosfera. Este movimento também é transmitido mediante um sistema similar ao do registo da temperatura, permitindo também registar em gráfico a variação da humidade relativa do ar no tempo.

#### 4.9.10 Manutenção e afinação do Termo-higrógrafo

O Termo-higrógrafo é um instrumento de material robusto, que, sendo correctamente manuseado, não se estraga. Não deve ser lubrificado, mas os suportes dos eixos devem ser limpos com um pouco de gasolina ou outro fluido de limpeza, quando necessário.



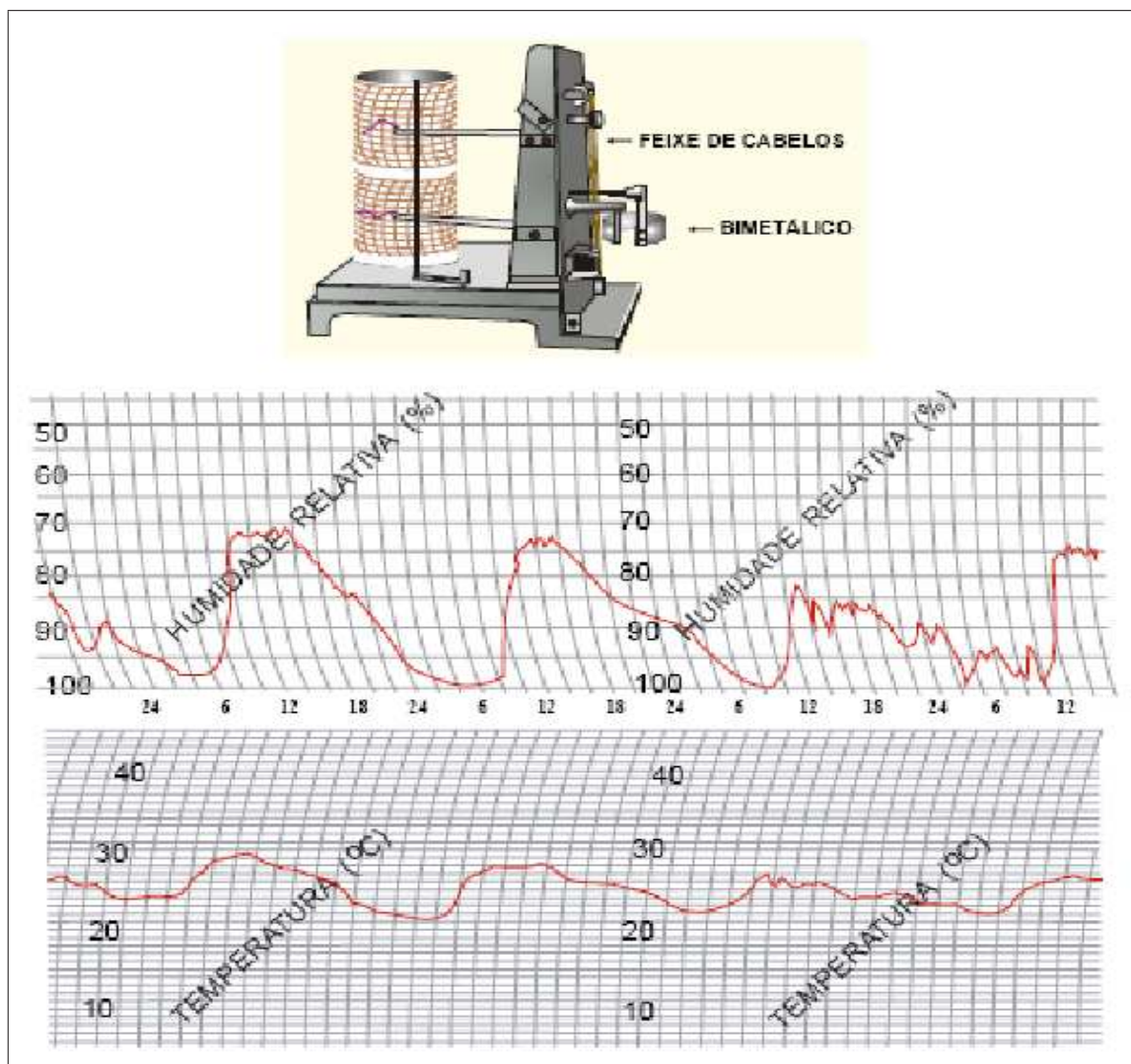


Figura 4.22: Esquema representativo do termo-higrógrafo existente na EMC-UA

A pena está fixada de modo a que o aparato exerça sobre o gráfico a força mínima necessária. Deverá assim produzir-se um traço contínuo sobre o papel. Havendo necessidade, podem fazer-se afinações rodando ligeiramente o suporte da pena para assegurar um traço regular e uniforme, como se mostra na Figura 4.23. Quando o gráfico está correctamente ajustado, não deve haver necessidade de afinação. No entanto, no caso de haver desvios até  $1,5^{\circ}\text{C}$  nos dois extremos da amplitude térmica do gráfico, pode-se afinar o parafuso de cabeça serrilhada.

Para afastamentos superiores terá que se desenroscar o parafuso que liga o braço da pena ao respectivo eixo; faz-se girar o braço em torno do eixo, até o aparato registar aproximadamente a temperatura correcta, apertando-se então o parafuso. Faz-se então uma afinação de precisão, utilizando o parafuso de cabeça serrilhada.

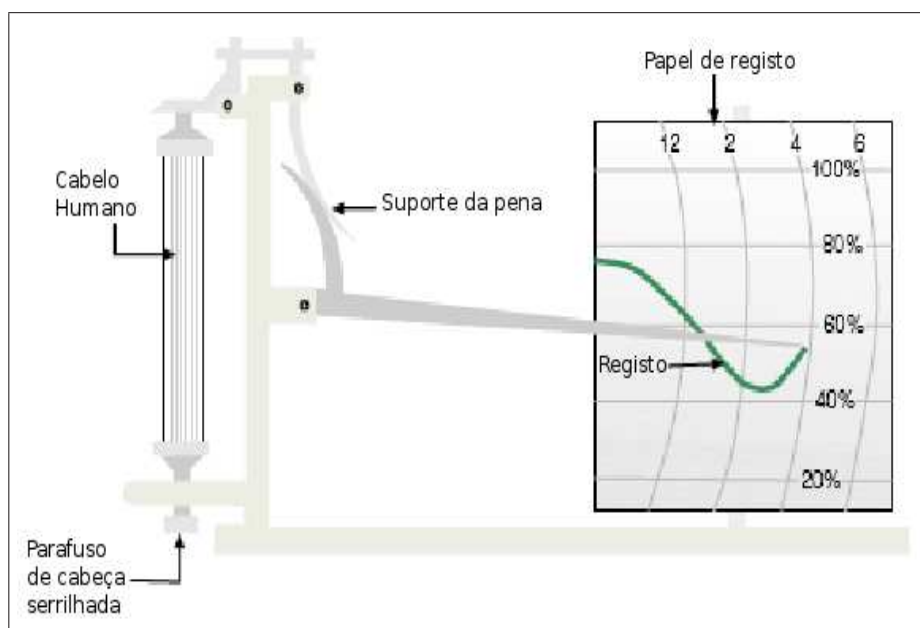


Figura 4.23: Perfil do termo-higrógrafo

Todos os dias, deve fazer-se uma marca horária no gráfico para controlo. Para tal, toca-se levemente no braço da pena junto do suporte. Deve também anotar-se no registo a hora exacta com aproximação aos minutos, para entrada posterior no próprio registo.

#### 4.9.11 Substituição do gráfico do Termo-higrógrafo

O tambor com mecanismo de relojoaria está concebido para executar uma rotação completa num período de cerca de uma semana. O gráfico está impresso de forma a comportar um registo para sete dias. Para mudar o gráfico, deve proceder-se do seguinte modo:

1. Afastar a pena do gráfico por meio da vareta;
2. Anotar a hora, e abrir cuidadosamente a caixa do instrumento;
3. Retirar o tambor do eixo, soltar o “clip” e remover o gráfico preenchido;
4. Dar corda ao mecanismo de relojoaria e afinar o regulador, no caso de haver adiantamento ou atraso;
5. Pôr tinta no aparo, limpando-o primeiro no caso de o registo anterior apresentar um traço grosso ou com outras imperfeições. Havendo necessidade, substituir o aparo por um novo;



6. Colocar um novo gráfico, já preparado com os pormenores de identificação, no tambor. O gráfico deve ficar em contacto com o tambor em todos os pontos. A margem inferior deve tocar no rebordo da base do tambor, as linhas do gráfico devem coincidir nas duas extremidades, e a parte final deve sobrepor-se à inicial (e não vice-versa);
7. Colocar o tambor no eixo. Pôr a ponta do aparo quase em contacto com o gráfico, e fazer a afinação para a hora certa girando o tambor em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, quando visto de cima;
8. Fechar cuidadosamente a caixa do instrumento;
9. Com auxílio da vareta própria para afastar a pena, fazer com que a ponta do aparo entre em contacto com o gráfico;
10. Examinar o instrumento, a fim de verificar se o aparo começou a traçar convenientemente;
11. Completar no gráfico retirado os pormenores de identificação, que incluem as horas de início e fim do registo e das marcas cronométricas.

#### 4.9.12 Termómetro de temperatura mínima de relva

Este instrumento é por vezes conhecido por termómetro de radiação terrestre. Indica a temperatura mínima do ar junto do solo, e fornece informações sobre a formação de geadas.

Trata-se de um termómetro de mínima de álcool, semelhante ao termómetro de mínima vulgar, mas com revestimento. É exposto horizontalmente sobre relva curta, com o depósito quase em contacto com as folhas de relva, como se observa na Figura 4.24.

Podem aparecer bolhas de ar na coluna de álcool, geralmente quando se verificam condições de frio ou calor intenso. A fim de evitar a condensação do álcool, é aconselhável não deixar o termómetro exposto durante o dia. Assim, e depois de fazer a leitura de manhã, deve colocar-se no abrigo, e voltar a colocá-lo na relva ao fim da tarde, depois de preparado. Nessa altura, o valor indicado deve ser igual ao do termómetro seco que está colocado no abrigo meteorológico.



Figura 4.24: Fotografia do termómetro de temperatura mínima de relva apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

#### 4.9.13 Temperatura do solo

A temperatura do solo é determinada, a profundidades diferentes, por meio de termómetros.

A Figura 4.25 mostra termómetros de solo instalados na EMC-UA.



Figura 4.25: Fotografia dos termómetros de solo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

As profundidades padrão, para avaliar a temperatura do solo são 5, 10, 20, 50 e 100 cm abaixo da superfície, podendo incluir-se profundidades adicionais. Para as profundidades de 50 e 100 cm são recomendados termómetros suspensos em tubos de ferro, enterrados à profundidade desejada, como se mostra na Figura 4.26. Estes termómetros devem estar encerrados em tubos de vidro, e os seus depósitos revestidos de cera.



Figura 4.26: Fotografia dos termómetros no interior do solo descoberto apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

#### 4.9.14 Instalação dos termómetros de profundidade

Para designar o local destinado aos termómetros, deve escolher-se um em que o solo seja representativo das condições locais. Deve depois indicar-se o tipo de solo, a respectiva cobertura, além do grau e direcção da inclinação do terreno.

Os termómetros de tubo dobrado (5; 10; 20 cm) são muito frágeis, e devem ser manejados com muito cuidado. Na sua instalação deve prestar-se atenção ao seguinte:

- a inclinação entre a normal em relação ao solo não deve ficar sujeita a qualquer tensão, tratando-se do ponto fraco do termómetro, como se mostra na Figura 4.27;
- o solo deve ser remexido o mínimo possível, de modo a que as leituras possam representar, com o máximo de rigor, as condições do solo.

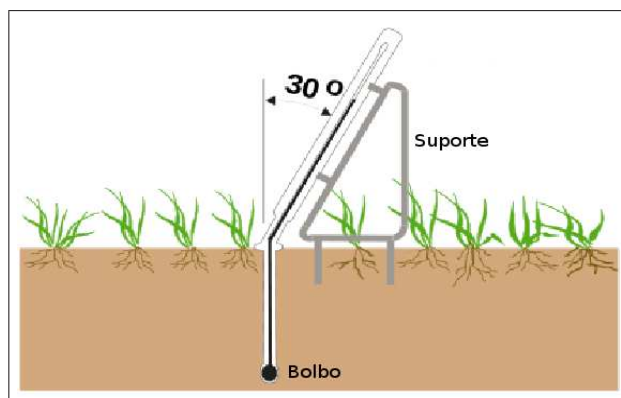


Figura 4.27: Esquema de montagem de um termómetro de solo

#### 4.9.15 Leitura dos termómetros de profundidade

Os termómetros de profundidade de tubo dobrado não estão montados em suportes, nem têm revestimento protector, sendo a leitura feita sem os tirar da posição em que se encontram. A leitura é feita até ao décimo de grau.

Com o tempo seco, e especialmente no solo argiloso, geram-se fendas no solo. Pode acontecer que a secção vertical de um termómetro fique situada numa fenda. No sentido de atrasar a formação de fendas, e quando se aproxima o tempo quente e seco, passa-se levemente com um ancinho sobre a superfície do solo. Este tratamento, pode fazer-se em qualquer momento depois da chuva, quando o solo está praticamente seco e em boas condições, executando-o com o mínimo de agitação do solo.

Sempre que há secas prolongadas, nada há a fazer, devendo aceitar-se os valores indicados e anotar a existência de fendas, quer na coluna de registo destinada a observações, quer no registo mensal próprio.

As diversas determinações da temperatura de que temos vindo a tratar, indicam os efeitos directos ou indirectos da absorção de energia solar.

### 4.10 Medição da pressão atmosférica

A pressão atmosférica sobre uma dada superfície é a força perpendicular por unidade de superfície. A força é devido ao peso do ar. Portanto, a pressão atmosférica é igual ao peso de uma coluna vertical de ar que tem por base a unidade de superfície e se estende, em altura, até ao limite superior da atmosfera, ou seja até ao topo da atmosfera.

Em Meteorologia, a pressão atmosférica mede-se geralmente com barómetros de mercúrio e barómetros aneróides.

#### 4.10.1 Unidades de pressão atmosférica

Junto à superfície terrestre a pressão atmosférica é aproximadamente de 1 bar ou seja

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa} \quad (4.3)$$

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^{-2} \quad (4.4)$$

Durante o dia podem ocorrer pequenas variações de pressão, pelo que se utiliza uma unidade menor, que é o milibar. Todas as escalas de barómetros devem ser graduadas em milibares ou hectopascal

$$1\text{milibar} = 10^2\text{Pa} \quad (4.5)$$

Muitos barómetros estão graduados em milibares ou hectopascal. Pode utilizar-se, também a expressão "milímetro de mercúrio" para a unidade de pressão.

Em condições normais, uma coluna de mercúrio tem uma altura de 760 mm coluna de mercúrio a que corresponde uma pressão de 1013,25 hPa. Apresenta-se a seguir algumas conversões usadas na meteorologia.

$$1\text{hPa} = 0,750062\text{mmHg em condições normais} \quad (4.6)$$

$$1(\text{mmHg})_n = 1,333224\text{hPa} \quad (4.7)$$

## 4.11 Medição da humidade relativa do ar

O ar, quando constituído por uma mistura de ar seco e de vapor de água, diz-se ar húmido.

Uma amostra de ar recolhida junto à superfície terrestre contém sempre uma certa quantidade de vapor de água, geralmente inferior à necessária para que o ar fique saturado. Em algumas regiões esta quantidade é tão pequena, que é difícil medi-la por processos simples.

Descrevem-se a seguir não só os instrumentos utilizados na Estação Meteorológica para a medição da quantidade de vapor de água contido no ar, mas também alguns métodos e técnicas de observação utilizados para calcular a humidade relativa do ar.

### 4.11.1 Definições e unidades

A quantidade de vapor de água na atmosfera é muito variável e tem grande importância nos fenómenos meteorológicos, pois, em determinadas circunstâncias pode dar origem à formação de nuvens, nevoeiro, neblina, precipitação, orvalho, etc.

Para uma dada temperatura, há um limite para a quantidade de vapor de água que o ar pode

conter. Quando esse limite é atingido, diz-se que o ar está saturado.

Há várias formas de exprimir a quantidade de vapor de água na atmosfera, sendo as mais utilizadas a temperatura do ponto de orvalho e a humidade relativa.

#### 4.11.1.1 Temperatura do Ponto de Orvalho

A temperatura do ponto de orvalho é a temperatura para a qual uma porção de ar deve ser arrefecida (a pressão constante) até ficar saturada. Quanto mais próxima a temperatura do ar estiver da do ponto de orvalho, mais o ar está próximo da saturação.

#### 4.11.1.2 Humidade Relativa do ar

A humidade relativa mede a quantidade de vapor de água que existe no ar em relação ao máximo que o ar poderia conter à mesma temperatura. Depende não só da quantidade de vapor de água contida no ar, mas também da temperatura deste. Se a quantidade de vapor de água contida no ar permanecer constante, a humidade relativa aumenta se a temperatura do ar diminuir. Deste modo, mantendo-se a pressão constante e a mesma massa de ar, os valores da humidade relativa são mais elevados de madrugada, visto as temperaturas serem inferiores.

A temperaturas mais elevadas, o ar admite maior quantidade de vapor de água.

Considera-se que o ar tem maior poder secante quanto maior for a diferença entre a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho ou seja quando a temperatura do ar for muito superior à do ponto de orvalho. Se o ar estiver saturado, a humidade relativa é 100% e, neste caso, a temperatura do ar é igual à do ponto de orvalho.

No exemplo da Figura 4.28 e Figura 4.29, a quantidade de vapor de água mantém-se constante. Nas Figuras 4.28 e 4.29 **T** representa a temperatura do ar e **Td** a temperatura do ponto de orvalho. Para uma temperatura do ar de 17°C e na temperatura do ponto de orvalho de 4°C, a humidade relativa é de 42%. No caso limite de a temperatura diminuir até ao ponto de orvalho, como mostra a Figura 4.29 a humidade relativa passa a ser 100%.

A humidade relativa pode ser medida directamente com um higrómetro ou pode ser determinada através de um psicrómetro.

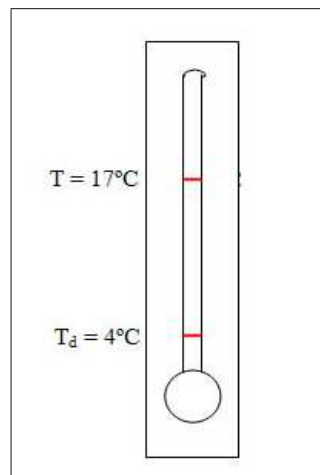


Figura 4.28: Humidade relativa = 42%

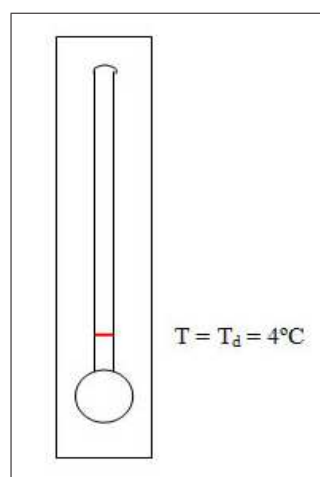


Figura 4.29: Humidade relativa = 100%

#### 4.11.2 Instrumentos de medida da humidade relativa do ar à superfície

**Os higrómetros** - são instrumentos meteorológicos utilizados na medição da humidade relativa do ar.

Para a medição da humidade relativa do ar junto à superfície terrestre há dois tipos de instrumentos:

- (a) higrómetros compostos por um termómetro seco e um termómetro molhado (também designado de psicrómetro)
- (b) higrómetros de cabelo

### 4.11.3 Ventilação dos psicrómetros e tabelas psicrométricas

O princípio de funcionamento do psicrómetro para determinar a humidade relativa do ar é condicionado pela diferença entre duas temperaturas: a temperatura do termómetro seco e a temperatura do termómetro molhado.

Na Figura 4.30 mostra-se o psicrómetro colocado no abrigo meteorológico da EMC-UA.

O termómetro seco é um termómetro sensível, vulgar, que indica a temperatura real do ar no momento da observação.

O termómetro molhado é um termómetro semelhante ao termómetro seco, mas o seu bolbo é mantido permanentemente húmido por meio de um invólucro de musselina ligado a uma torcida que mergulha num reservatório que contém água destilada.



Figura 4.30: Fotografia do psicrómetro - termómetro seco (à esquerda, vertical) e termómetro molhado (à direita, vertical)

Quanto mais seco estiver o ar, mais rápida será a evaporação da água da musselina que abraça o bolbo do termómetro molhado. Nestas circunstâncias, aumenta o efeito de arrefecimento,



que se traduz por uma maior diferença entre as temperaturas indicadas pelos termómetros seco e molhado.

Contudo, esta diferença depende também da ventilação a que está sujeita a musselina atrás referida, além de, obviamente, depender da humidade relativa do ar.

Assim, é necessário conhecer a velocidade a que o ar passa pelo termómetro molhado, havendo disponíveis tabelas de cálculo elaboradas em função da velocidade do vento.

#### 4.11.3.1 Psicrómetros com ventilação artificial

Os valores da humidade relativa obtidos em psicrómetros colocados nos abrigos meteorológicos com persianas estão sujeitos a imprecisões, devido às variações de velocidade do ar que passa pelo depósito de água do termómetro.

Desprezam-se em geral, para efeitos de climatologia ou de meteorologia sinóptica. Quando há necessidade de valores mais rigorosos, ventila-se o psicrómetro a uma velocidade controlada. Tal psicrómetro diz-se "de aspiração".

Um dos sistemas de aspiração consiste numa ventoinha accionada por um motor eléctrico ou por um mecanismo de relojoaria. Fazendo girar os termómetros a uma velocidade controlada pode também conseguir-se a aspiração.

Podem citar-se os seguintes tipos de psicrómetro de aspiração, que não serão tratados nesta dissertação:

- psicrómetro de Assman
- psicrómetro de abrigo ventilado
- psicrómetro de funda.

#### 4.11.3.2 Psicrómetro simples, sem ventilação artificial

Os termómetros seco e molhado são colocados verticalmente num suporte. A Figura 4.30 mostra o psicrómetro colocado no abrigo meteorológico da EMC-UA. É aconselhável manter o reservatório de água destilada ao lado do termómetro, com a boca ligeiramente abaixo do bulbo do termómetro, de modo a não impedir a passagem livre do ar.

Deverá evitar-se que o comprimento da musselina seja tal que, em tempo seco, permita que esta seque. Além disso a musselina deve estar isenta de gordura.

A musselina deve estar bem posicionada e deve ajustar-se ao bolbo do termómetro por meio de um fio ou linha de algodão que se ata ao nível da junção do bolbo com o tubo do termómetro.

A substituição da musselina deve fazer-se a intervalos regulares atendendo a que poeiras e sais dissolvidos na água tendem a depositar-se nela, obstruindo assim o fluxo de água, o que conduz a leituras erradas.

A água a utilizar no reservatório deverá ser água destilada ou água da chuva. Nunca se deverá utilizar água do mar.

#### **4.11.3.3 Leitura do psicrómetro simples**

A leitura dos termómetros deverá ser feita até ao décimo de grau e devem ser evitados erros de paralaxe.

A substituição da musselina deve efectuar-se depois de uma leitura ou bastante tempo antes de se proceder a nova leitura. O intervalo de tempo necessário será tanto maior quanto maior for a diferença de temperatura da água e a temperatura ambiente.

A leitura dos dois termómetros deve fazer-se simultaneamente, tanto quanto possível.

Na prática a temperatura do ar é sempre igual ou superior à temperatura do termómetro molhado.

#### **4.11.3.4 Causas de erro em psicrometria**

As principais causas de erro verificadas na utilização de psicrómetros são:

- erros instrumentais
- erros devidos à ventilação
- erros devidos à espessa cobertura de gelo sobre o termómetro molhado
- erros devidos à existência de sujidade na musselina devido a impurezas existentes na água.

Se forem conhecidos os erros instrumentais em relação à amplitude térmica real, podem fazer-se as correcções às leituras antes de se utilizarem as tabelas para avaliar a humidade relativa do ar.

Os erros devidos a ventilação insuficiente podem ser importantes, se forem utilizadas tabelas de humidade inadequadas. A precisão de um psicrómetro simples sem ventilação é muito inferior à de um psicrómetro sujeito a uma ventilação forçada constante.

As tabelas utilizadas na determinação da humidade a partir de um psicrómetro simples são geralmente calculadas a partir da hipótese de que a velocidade do vento que passa pelos termómetros é de cerca de 1 a 1,5 m/s.

Na prática as velocidades do ar que passam pelos termómetros podem ser muito diferente destes valores. A grandeza dos erros depende da humidade relativa e da temperatura do ar registadas.

Nas estações costeiras, deve evitar-se que a acumulação de sal na musselina conduza a erros apreciáveis. Deve também garantir-se que a água no reservatório seja destilada.

#### 4.11.3.5 Tabelas psicrométricas

Obtidas as temperaturas dos termómetros seco e molhado, e usando a tabela apropriada para a ventilação, podem utilizar-se tabelas psicrométricas para determinar a temperatura do ponto de orvalho ou a humidade relativa do ar.

Assume-se que a velocidade média real do ar que circula nos abrigos meteorológicos fixos é de 1 a 1,5 m/s.

#### 4.11.4 Princípio do termo-higrógrafo de cabelo

O termo-higrógrafo é um instrumento que fornece um registo contínuo, no tempo, da humidade relativa e da temperatura do ar.

O cabelo humano ou a crina de cavalo, isentas de óleo ou gordura, alteram o seu comprimento em função da humidade relativa do ar.

O higrógrafo faz uso deste comportamento. Por meio de um sistema de alavancas, a alteração do comprimento do cabelo ou da crina é amplificada, e registada por uma pena sobre um gráfico apostado a um cilindro que roda em movimento uniforme.

As respostas do cabelo ou da crina às mudanças de humidade relativa são lentas, e como as alterações de comprimento são pequenas, o sistema de alavancas é equilibrado com precisão e está montado em suportes finos. Como a tensão de ruptura dos cabelos é pequena será conveniente usar "crina" de cavalo, por apresentar uma tensão à ruptura mais alta.

O comprimento dos cabelos ou da crina aumenta com a humidade relativa do ar, mas não há uma relação de proporcionalidade. É interessante saber que uma mudança de humidade relativa de 90% para 95% produz um aumento muito maior de comprimento do que uma mudança de 40% para 45%.

#### **4.11.4.1 Exposição e funcionamento do termo-higrógrafo de cabelo**

O termo-higrógrafo deve estar colocado no interior de um abrigo meteorológico.

O bom funcionamento do higrógrafo depende em grande parte do cuidado tido com os cabelos ou crina, quando se esta a avaliar a humidade relativa do ar.

O pó atrasa a resposta, e partículas de sal ou gordura contribuem para erros. A exposição a humidades baixas (como as que se verificam nas zonas do interior) dá origem a deformações ou a desvios semipermanentes nos registos.

Os inconvenientes descritos podem ser consideravelmente reduzidos lavando regularmente todo o feixe de cabelos ou crina com água destilada, utilizando uma escova macia. Durante a limpeza não se deve tocar com os dedos nos cabelos.

#### **4.11.4.2 Normas de observação aplicáveis ao termo-higrógrafo de cabelo**

Entre as substituições dos gráficos deve evitar-se ao máximo tocar no termo-higrógrafo, excepto para fazer marcas horárias.

As marcas horárias devem ser feitas com precisão, pois a humidade do ar pode mudar muito rapidamente.

O gráfico deve ser substituído como descrito para o termo-higrógrafo em 4.9.11.

## 4.12 Medição do vento à superfície

Por vento à superfície entende-se a componente horizontal do movimento do ar junto à superfície terrestre.

Devido a efeitos locais é, muitas vezes, difícil obter valores representativos do vento à superfície. A direcção do vento varia, e a velocidade aumenta com a altitude.

Para comparação de observações feitas numa rede de estações, estabeleceu-se que o vento à superfície se deve referir à altura de 10 m acima do solo em terreno aberto.

A velocidade do vento é uma grandeza vectorial, caracterizada por uma intensidade, uma direcção e um sentido.

A velocidade do vento raramente é constante durante um período de tempo considerável. Varia rápida e continuamente e as variações são irregulares tanto em período como em duração. Esta situação é designada por turbulência.

Para efeitos de meteorologia sinóptica é usada a velocidade média, que é determinada num período de 10 minutos em 10 minutos.

### 4.12.1 Determinação da direcção e velocidade do vento

A direcção do vento é a direcção pela qual o vento sopra. Exprime-se em graus medidos a partir do Norte geográfico, no sentido dos ponteiros do relógio. Pode também exprimir-se em termos de pontos cardeais da bússola.

#### 4.12.1.1 Estimativa da direcção do vento

Para indicar ou registar a direcção e sentido do vento à superfície usa-se um cata-vento, como se mostra na Figura 4.31, logo abaixo das conchas do anemómetro.

A maior parte dos cata-ventos não responde a mudanças de direcção do vento, quando a velocidade é inferior a 1 m/s. Neste caso, e na ausência de instrumentos adequados, e ainda quando os instrumentos estão temporariamente fora de uso, é necessário estimar a direcção do vento.

Para isso, são úteis os seguintes factores:

- a "manga" de aterragem usada num aeroporto

- a direcção do fumo que sai de uma chaminé alta
- o movimento de bandeiras
- o movimento das folhas
- a oscilação das árvores



Figura 4.31: Fotografia do cata-vento apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

Em terreno descoberto, pode calcular-se por estimativa com bastante precisão, a direcção do vento à superfície, se o observador se colocar de frente para o vento.

#### 4.12.1.2 Medições da velocidade do vento: instrumentos e unidades

Designam-se por anemómetros os instrumentos utilizados na medição da velocidade do vento à superfície.

Na meteorologia sinóptica a velocidade do vento é referida em m/s. A média da velocidade referente a um período de 10 minutos deve ser determinada até ao 0.5 m/s.

Quando a velocidade do vento é inferior a 0.5 m/s diz-se que é uma situação de calma.

#### Estimativa da velocidade do vento

Na ausência de equipamento de medição da velocidade do vento, a observação deve ser feita por estimativa. As estimativas baseiam-se no efeito do vento entre objectos móveis, podendo para isso servir quase tudo o que se desloque livremente sob a acção do vento.

Ao calcular por estimativa a velocidade do vento, o observador deve colocar-se em terreno plano e aberto, e mais afastado possível de obstáculos. De notar que mesmo pequenos obstáculos podem causar acentuadas diferenças na velocidade e na direcção do vento, especialmente a sotavento dos obstáculos.

Para estimativa da velocidade do vento pode ter utilidade a tabela apresentada na Figura 4.32, em que as velocidades se referem a uma altura padrão de 10 m acima de terreno plano e aberto.

#### Flutuações na velocidade do vento

Devido à inconstância do vento à superfície, o cata-vento raramente aponta uma direcção fixa, mantendo-se em deslocação de um lado para o outro entre certos limites. Similarmente, a inconstância da velocidade do vento também tem uma certa amplitude, verificando-se uma sucessão de "máximos" e de "acalmias".

Para efeitos de Meteorologia Sinóptica, a velocidade do vento refere-se à média das velocidades nos momentos de "máximo" e de "acalmia" durante os 10 minutos que antecedem a observação.

Só se deverá aplicar a expressão "vento com rajadas" quando o desvio entre o máximo da rajada e a velocidade média ultrapassa 5 m/s.

Não se deve confundir "rajada" com "borrasca". Assim "rajada" refere-se a situação relativamente rápida da força do vento junto à superfície terrestre, devido a turbulência. "Borrasca"

<i>Grau</i>	<i>Nomes usuais</i>	<i>Definição dos ventos segundo as observações feitas em terra</i>	<i>Limite de velocidade a 6 m de altura sobre o terreno raso</i>
0	Calma	Calma. O fumo sobe verticalmente.	0 a 0,2 m/s 0 a 1 km/h 0 a 1 nós
1	Vento brando	Define-se a direcção do vento pelo fumo, mas não pelas bandeiras.	0 a 1,5 m/s 1 a 5 km/h 1 a 3 nós
2	Froixo Brisa muito débil	O vento sente-se na cara. Movem-se as folhas das árvores. Ordinariamente movem-se as bandeiras.	1,6 a 3,3 m/s 6 a 11 km/h 4 a 6 nós
3	Fraço Brisa débil	As folhas das árvores agitam-se constantemente. Estendem-se as bandeiras.	3,4 a 5,4 m/s 12 a 19 km/h 7 a 10 nós
4	Suave moderado Brisa moderada	Levanta-se o pó e os papeis pequenos, movem-se as ramas pequenas das árvores.	5,5 a 7,9 m/s 20 a 28 km/h 11 a 16 nós
5	Fresco (alguma coisa forte) Brisa fresca	Movem-se as árvores pequenas. Formam-se pequenas ondas em tanques.	8,0 a 10,7 m/s 29 a 38 km/h 17 a 21 nós
6	Fresco (forte) Brisa forte	Movem-se os ramos grandes das árvores. Assobiam os fios do telefone. Utilizam-se com dificuldade o guarda-chuva.	10,8 a 13,8 m/s 39 a 48 km/h 22 a 27 nós
7	Muito fresco Vento Forte	Todas as árvores estão em movimento. É difícil caminhar contra o vento.	13,9 a 17,1 m/s 50 a 61 km/h 28 a 33 nós
8	Duro	Rompem-se os ramos finos das árvores. Geralmente não se pode caminhar contra o vento.	17,2 a 20,7 m/s 62 a 74 km/h 34 a 40 nós
9	Muito duro	Ocorrem alterações nas partes salientes dos edifícios, derrubando chaminés e levantando telhas.	20,8 a 24,4 m/s 75 a 88 km/h 41 a 47 nós
10	Temporal	Observa-se rara vez em terra. Arranca árvores e ocasiona danos consideráveis nos edifícios.	24,5 a 28,4 m/s 78 a 55 km/h 48 a 55 nós
11	Borrasca, Tempestade	Não há verdadeira experiência em terra. Ocasiona destroços em todas as partes.	28,5 a 32,6 m/s 89 a 102 km/h 56 a 63 nós
12	Furacão	Não há experiência.	32,7 a 36,9 m/s 103 a 117 km/h 64 a 71 nós

Figura 4.32: Para estimativa da velocidade do vento (adaptado de Bazzo e Ferreira (2000))



é um vento forte que começa bruscamente, dura alguns minutos e depois pára de uma forma relativamente súbita. Mais especificamente, define-se como um súbito aumento da velocidade do vento de, pelo menos, 8 m/s, até 11 m/s ou mais, e durando pelo menos um minuto.

### Indicadores e registadores da velocidade do vento

Para fins sinópticos é preferível usar um anemómetro que possa ser lido ou que possa registar à distância, o que facilita a determinação da velocidade média do vento à superfície, referente a um período de 10 minutos.

A tarefa estará simplificada se se usar um anemógrafo, instrumento este que faz um registo contínuo da velocidade do vento.

Quando se dispõe de um anemómetro com indicação por contacto, a velocidade do vento deve ser obtida contando o número de contactos durante o intervalo exacto de tempo que se escolheu. No caso de um anemómetro de leitura directa, a velocidade média deve ser obtida pela observação do mostrador durante um período escolhido. A Figura 4.33 ilustra um anemómetro totalizador. Para medições de rotina da velocidade do vento utilizam-se geralmente instrumentos de dois tipos principais:

- os anemómetros de rotação
- os anemómetros de tubo de pressão



Figura 4.33: Esquema de um anemómetro totalizador

#### *Anemómetros de rotação*

O anemómetro de tipo rotativo, é o anemómetro de conchas ou copos. Consiste, em geral, de 3 conchas montadas a distâncias iguais e formando ângulos rectos com um eixo de rotação vertical. A força exercida pelo vento na superfície interna é maior do que na externa, pelo que as conchas giram.

A velocidade de rotação é aproximadamente igual à velocidade do vento, desde que esta seja constante e superior à velocidade mínima necessária para pôr os copos em movimento.

Há três tipos principais de anemómetros de conchas:

1. Os anemómetros de contactos. Estão equipados com contactos eléctricos de modo que, a bateria e um vibrador, produzem sinais auditivos proporcional à velocidade do vento.
2. Os anemómetros de contador (ou totalizadores), como se mostra na Figura 4.34, são providos de um mecanismo semelhante ao conta-quilómetros de um auto-móvel. Permitem determinar a velocidade média do vento num intervalo de tempo.
3. Os anemómetros vulgares. O elemento móvel do instrumento acciona um gerador eléctrico. A voltagem do gerador aumenta com a velocidade do vento, que é evidenciada num mostrador graduado em m/s.



Figura 4.34: Fotografia do anemómetro de conchas totalizador apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

Há, no entanto, outros anemómetros de tipo rotativo, que são:

1. O anemómetro de hélice. A hélice é mantida de frente para o vento, por meio de um cata-vento. A sua rotação é transmitida a um indicador.
2. O anemómetro de moinho de vento ou de palhetas.

O anemómetro de moinho de vento baseia-se no princípio do moinho de vento.

Quando da frente para o vento, regista num mostrador o número de rotação das pás durante um intervalo de tempo medido.

O número de rotações é proporcional ao trajecto do vento, podendo obter-se o valor da velocidade do vento a partir de uma tabela.

Este tipo de anemómetro requer um pouco mais de cuidado do que o anemómetro de copos, pelo que muitas vezes se utiliza para medições a alturas inferiores à altura padrão de 10 m.

#### 4.12.2 Observações do vento à superfície


Para as mensagens sinópticas são necessárias informações sobre a direcção do vento em graus a partir do Norte verdadeiro e da velocidade em m/s, a uma altura padrão de 10 m acima do solo em terreno descoberto.

Há também necessidade de informações suplementares sobre:

1. mudanças nítidas da direcção e da velocidade do vento
2. horas de começo e fim de borrascas, ventos muito forte, etc.
3. valores extremos da velocidade do vento nas rajadas, etc..

Na Estação Meteorológica da Universidade de Aveiro a direcção do vento é determinada por meio de um cata-vento e a velocidade é medida com um anemómetro totalizador.

Os detalhes observados devem ser anotados no caderno diário das observações, como se mostra nas Figuras 4.35 e 4.36 fornecido no menu Dados.



INSTITUTO DE METEOROLOGIA

CADERNETA

DAS

OBSERVAÇÕES

LOCAL \_\_\_\_\_

MÊS DE \_\_\_\_\_ DE 19 \_\_\_\_\_

IM-1201

Material	Estado		
	Bom	Mau	Avariado
Observação .....			
Barímetro .....			
Termómetro seco .....			
Termómetro molhado .....			
Termómetro de máxima .....			
Termómetro de mínima .....			
Termómetro de mínima na relva ..			
Vaporímetro .....			
Idómetro .....			
Provetta .....			
Anemómetro .....			
.....			
.....			
.....			
.....			

Figura 4.35: Caderno diário das observações

TEMPERATURAS										Estado do solo		Espessura da neve		Precipitação (mm)					
Terreno										E		S							
Min. no relv.										10 cm		20 cm		50 cm		100 cm			
Máx.																			
a) Termómetro adjunto Leitura do barómetro Correção da temperatura Altura correcta a 0°C Pressão atmosférica																			
b) Termómetro seco Termómetro molhado																			
c) Rumo do vento Anemómetro - 2ª leitura Anemómetro - 1ª leitura Diferença Velocidade																			
d) Visibilidade horizontal (km)																			
e) Nebulosidade total (0-9)																			
f) Tempo presente (ww)																			
g) Tempo presente - Fenómenos especiais (wg)																			
h) Meteoros desde a última observação, com as horas a que se deram																			
Determinação da veloc. média diária do vento e da evaporação														4 ou 6 m		2 m		0,2 m	
Leitura do dia Leitura da véspera Diferença Precipitação (+) Valor																			
TELEGRAMA (OBS):																			

TEMPERATURAS										Estado do solo		Espessura da neve		Precipitação (mm)					
Terreno										E		S							
Min. no relv.										10 cm		20 cm		50 cm		100 cm			
Máx.																			
a) Termómetro adjunto Leitura do barómetro Correção da temperatura Altura correcta a 0°C Pressão atmosférica																			
b) Termómetro seco Termómetro molhado																			
c) Rumo do vento Anemómetro - 2ª leitura Anemómetro - 1ª leitura Diferença Velocidade																			
d) Visibilidade horizontal (km)																			
e) Nebulosidade total (0-9)																			
f) Tempo presente (ww)																			
g) Tempo presente - Fenómenos especiais (wg)																			
h) Meteoros desde a última observação, com as horas a que se deram																			
Determinação da veloc. média diária do vento e da evaporação														4 ou 6 m		2 m		0,2 m	
Leitura do dia Leitura da véspera Diferença Precipitação (+) Valor																			
TELEGRAMA (OBS):																			

Figura 4.36: Página diária de observação e registos

## 4.13 Observações das Nuvens

Uma nuvem pode ser definida como um conjunto visível de minúsculas partículas de água no estado líquido ou no estado sólido, ou nos dois, em suspensão na atmosfera. Este conjunto pode incluir partículas maiores de água líquida ou de gelo. Podem também estar presentes partículas sólidas e mesmo líquidas não aquosas, e partículas sólidas tais como as que se encontram nos vapores industriais, fumos ou poeiras (WMO, 2008; Meteorological office, 2009).

### 4.13.1 Aspecto das nuvens

O aspecto de uma nuvem é determinado pela natureza, dimensão, número e distribuição espacial das partículas que o constituem. Depende também da intensidade e cor da luz recebida pela nuvem, assim como das posições relativas do observador e da fonte luminosa, em relação à nuvem. A melhor maneira de descrever o aspecto de uma nuvem é objectivar a sua dimensão, forma, estrutura, textura, luminância e cor da nuvem.

Comecemos por considerar a luminância e a cor das nuvens.

- **Luminância**

A luminância (brilho) de uma nuvem é determinada pela luz reflectida, difundida e transmitida pelas partículas que a constituem.

A luz na sua maior parte, vem directamente da fonte de luz - o Sol. Pode também vir da superfície terrestre.

A luminância de uma nuvem pode ser modificada pela presença de bruma. Pode também sê-lo por fenómenos ópticos, tais como halos, arco-íris, coroas, glórias, etc.

Durante o dia, a luminância das nuvens é suficientemente elevada para ser fácil observá-las. Numa noite de luar, as nuvens são visíveis quando mais de um quarto da Lua se encontra iluminado. Numa noite sem luar, pelo contrário, as nuvens são geralmente invisíveis.

Em zonas de iluminação artificial suficiente as nuvens são visíveis à noite. Um banco de nuvens iluminado deste modo pode constituir um fundo brilhante, contra o qual sobressaem, em relevo escuro, fragmentos de nuvens mais baixas.

- **Cor**

Uma vez que as nuvens difundem, com intensidade quase igual, a cor das nuvens depende principalmente da luz incidente.

No caso de existir bruma entre o observador e a nuvem, as cores podem modificar-se, havendo a tendência para dar às nuvens uma aparência de distantes e uma coloração amarela, laranja ou vermelha. Fenómenos luminosos especiais podem também influenciar a cor das nuvens.

Quando o Sol está suficientemente acima do horizonte, as nuvens ou partes de nuvens que difundem principalmente a luz do Sol, são brancas ou cinzentas.

A cor das nuvens varia com a altura e a posição destas em relação ao observador e ao Sol.

À noite, a luminância das nuvens é geralmente demasiado fraca para se ver a cor. Todas as nuvens perceptivas parecem negras ou cinzentas, excepto as iluminadas pela Lua, que tomam um aspecto esbranquiçado. No entanto, uma iluminação especial (fogos, luzes de grandes cidades) pode, por vezes, dar a certas nuvens uma coloração mais ou menos nítida.

#### 4.13.2 Observação das nuvens

A observação das nuvens, desde que seja completa, rigorosa e correcta, fornece uma grande quantidade de informações sobre a estrutura da atmosfera. Fornece também informações de utilidade para a previsão da evolução do estado do tempo.

A observação das nuvens divide-se em cinco partes:

1. estimativa da quantidade das nuvens ou nebulosidade;
2. identificação das formas das nuvens;
3. medição ou estimativa da altura da base das nuvens;
4. determinação da direcção de onde vêm as nuvens;
5. medição da velocidade de deslocação das nuvens.

### 4.13.2.1 Nebulosidade

A unidade de quantidade das nuvens é o oitavo. Esta unidade é um oitavo do Céu.

A escala usada para registar a quantidade de nuvens é a que se reproduz na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Escala usada para registar a quantidade de nuvens

Código numérico	Nebulosidade
0	Nenhuma
1	1/8, ou menos, mas não zero
2	2/8 de Céu coberto
3	3/8 de Céu coberto
4	4/8 de Céu coberto
5	5/8 de Céu coberto
6	6/8 de Céu coberto
7	7/8 ou mais, mas não inteiramente coberto
8	Céu completamente coberto
9	Céu obscurecido, ou impossibilidade de avaliar a quantidade das nuvens

A nebulosidade só é codificada 0 (zero) quando o Céu está completamente limpo, sem um único vestígio de nuvem. Só se usa o número de código 8 (oito) quando o Céu está completamente encoberto, isto é, não há abertas ou intervalos de qualquer espécie.

Os “vestígios” de nuvens devem ser indicados pelo número de código 1. Este número utiliza-se para quantidades até 1/8, (mas inferiores a 3/16).

“Encoberto, mas com abertas” deve ser indicado pelo número 7. Este número deve ser utilizado para quantidades de, pelo menos, 7/8, (mas mais do que 13/16).

A quantidade das nuvens deve ser avaliada supondo que as nuvens existentes se encontravam juntas umas às outras, formando uma camada contínua. Primeiro divide-se o céu em quatro quadrantes, por meio de diâmetros perpendiculares. Avalia-se separadamente a quantidade existente em cada quadrante e depois somam-se as quatro quantidades.

Quando se pode ver o Sol ou as estrelas através do nevoeiro, poeira, fumo, etc., e não há provas de existência de nuvens, o número de código utilizado é 0. Quando se observam nuvens através de nevoeiro ou outros fenómenos, a quantidade deve ser avaliada do modo como as circunstâncias o permitirem.

### 4.13.3 Formas das nuvens

A identificação das formas das nuvens não é fácil, dado que há uma transição gradual entre os diversos tipos de nuvens. A melhor maneira de fazer observações correctas das nuvens é manter uma vigilância, tanto quanto possível constante, sobre a sua evolução. Não basta fazer



simplesmente um exame breve ao Céu à hora da observação.

O estudo das diversas formas das nuvens deve ser acompanhado de uma observação.

#### 4.13.3.1 Classificação de Nuvens

Apesar de os astrónomos antigos terem atribuído nomes às maiores constelações há cerca de 2000 anos, as nuvens não foram devidamente identificadas e classificadas até inícios do século XIX.

O naturalista francês Lamarck (1744-1829) propôs o primeiro sistema de classificação de nuvens em 1802, não tendo o seu trabalho sido reconhecido.

Um ano mais tarde, foi a vez do inglês Luke Howard apresentar um novo sistema, sendo este aceite pela comunidade científica.

Em 1887, Abercromby e Hildebrandsson generalizaram o sistema de Howard, sendo este o utilizado actualmente. As nuvens aparecem assim divididas segundo as suas dimensões e altura da base, como se indica na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Classificação simples das nuvens segundo as suas dimensões e altura da base

Classe	Designação	Símbolo	Altura da base (km)
Nuvens Altas	Cirrus (Cirro)	Ci	7-18
	Cirrocumulus (Cirrocumulo)	Cc	7-18
	Cirrostratus (Cirrostrato)	Cs	7-18
	Altostratus (Altostrato)	As	2-7
Nuvens Médias	Altostratus (Altostrato)	As	2-7
	Altostratus (Altostrato)	As	2-7
Nuvens Baixas	Stratus (Estrato)	St	0-2
	Stratocumulus (Estratocumulo)	Sc	0-2
	Nimbostratus (Nimbostrato)	Ns	0-4
	Cumulonimbus (Cumulonimbo)	Cb	0-3
Nuvens com desenvolvimento vertical	Cumulonimbus (Cumulonimbo)	Cb	0-3
	Cumulus (Cumulo)	Cu	0-3

Apesar de parecerem muitos tipos, basta notar que resultam da combinação de algumas características básicas, nomeadamente:

- As nuvens altas são sempre antecidas do prefixo cirro porque apresentam sempre um aspecto ténue e fibroso;
- As nuvens médias apresentam o prefixo alto;
- A designação estrato entra nas nuvens de maior extensão horizontal, enquanto a designação cumulo entra nas de maior desenvolvimento vertical;
- As nuvens capazes de produzir precipitação identificam-se com o termo nimbo.

#### 4.13.3.2 Identificação de Nuvens

Vamos então identificar com algum detalhe algumas nuvens.

##### **Cirrus, Ci**

São as nuvens altas mais comuns. São finas e compridas e formam-se no topo da troposfera. Formam estruturas alongadas e permitem inferir a direcção do vento àquela altitude (geralmente de Oeste). A sua presença é normalmente indicadora de bom tempo. A Figura 4.37 mostra um exemplo de um Cirrus.

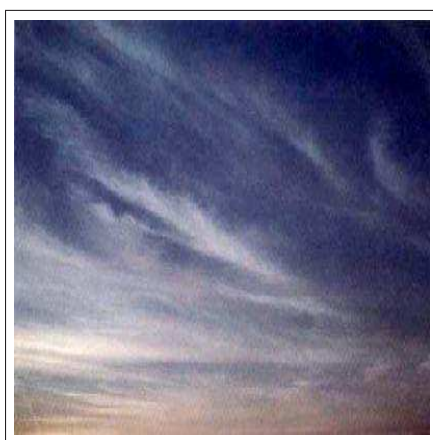


Figura 4.37: Cirrus

##### **Cirrocumulus, Cc**

São menos vistas do que os cirrus. Aparecem como pequenos puffs, redondos e brancos. Podem surgir individualmente ou em longas fileiras. Normalmente ocupam uma grande porção de céu. Um exemplo é mostrado na Figura 4.38.



Figura 4.38: Cirrocumulus

**Cirrostratus, Cs**

São nuvens finas que cobrem a totalidade do céu, causando uma diminuição da visibilidade. Como a luz atravessa os cristais de gelo que as constituem, dá-se refração, dando origem a halos e/ou sun dogs. Na aproximação de uma forte tempestade, estas nuvens surgem muito frequentemente e portanto dão uma pista para a previsão de chuva ou neve em 12 - 24h. Na Figura 4.39 mostra-se um Cirrostratus.

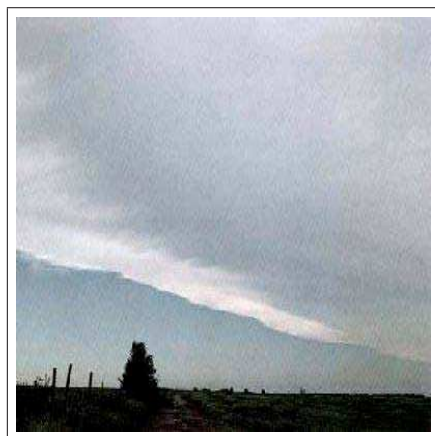


Figura 4.39: Cirrostratus

**Alto cumulus, Ac**

São nuvens médias que são compostas na sua maioria por gotículas de água e quase nunca ultrapassam o 1 km de espessura. Têm a forma de pequenos tufo de algodão e distinguem-se dos cirrocumulus porque normalmente apresentam um dos lados da nuvem mais escuro que o outro. O aparecimento desta nuvens numa manhã quente de Verão pode ser um sinal para o aparecimento de nuvens de trovoadas ao final da tarde. A Figura 4.40 mostra um alto cumulus.



Figura 4.40: Alto cumulus

**Altostratus, As**

São muito semelhantes aos cirrostratus, sendo muito mais espessas e com a base numa altitude mais baixa. Cobrem em geral a totalidade do céu quando estão presentes. O Sol fica muito ténue e não se formam halos como nos cirrostratus. Uma outra forma de os distinguir é olhar para o chão e procurar por sombras. Se existirem, então as nuvens não podem ser altostratus porque a luz que as consegue atravessar não é suficiente para produzir sombras. Se produzirem precipitação podem originar nimbostratus. A Figura 4.41 mostra um altostratus.



Figura 4.41: Altostratus

**Nimbostratus, Ns**

Nuvens baixas, escuras. Estão associados aos períodos de chuva contínua (de intensidade fraca a moderada). Podem ser confundidos com altostratus mais grossos, mas os nimbostratus são em geral de um cinzento mais escuro e normalmente nunca se vê o Sol através deles. A Figura 4.42 mostra um Nimbostratus.



Figura 4.42: Nimbostratus

**Stratocumulus, Sc**

Como se indica na Figura 4.43, são nuvens baixas que aparecem em filas, ou agrupadas noutras formas. Normalmente consegue ver-se céu azul nos espaços entre elas. Produzem-se frequentemente a partir de um cumulus muito maior por altura do pôr-do-sol. Diferem dos altocumulus porque a sua base é muito mais baixa e são bastante maiores em dimensão. Raramente provocam precipitação, mas podem eventualmente provocar aguaceiros no Inverno se se desenvolverem verticalmente em nuvens maiores e os seus topos atingirem uma temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ .



Figura 4.43: Stratocumulus

**Stratus**

É uma camada uniforme de nuvens que habitualmente cobre todo o céu e lembra um nevoeiro que não chega a tocar no chão. Aliás, se um nevoeiro espesso ascender, originam-se nuvens deste tipo. Normalmente não originam precipitação, que, a ocorrer, o faz sob a forma de chuvisco. Não deve ser confundida com os Nimbostratus (visto que estes originam precipitação fraca a moderada). Além disso, os stratus apresentam uma base mais uniforme. Além disso, estas nuvens não devem ser confundidas com altostratus.

**Cumulus, Cu**

São as nuvens mais vulgares de todas e aparecem com uma grande variedade de formas, sendo a mais vulgar a de um bocado de algodão. A base pode ir desde o branco até ao cinzento claro e pode localizar-se a partir dos 1000m de altitude (em dias húmidos). O topo da nuvem delimita o limite da corrente ascendente que lhe deu origem e habitualmente nunca atinge altitudes muito elevadas. Surgem bastante isoladas, distinguindo-se assim dos stratocumulus. Além disso, os cumulus têm um topo mais arredondado. Estas nuvens são normalmente

chamadas cumulus de bom tempo, porque surgem associadas a dias soalheiros. As Figuras 4.44 e 4.45 mostram cumulus.



Figura 4.44: Cumulus humilis



Figura 4.45: Cumulus congestus

### Cumulonimbus, Cb

São nuvens de tempestade, onde os fenómenos atmosféricos mais interessantes de investigação têm lugar (trovoadas, aguaceiros, granizo e até tornados). Extendem-se desde os 600m até à Tropopausa (12 000 m). Ocorrem isoladamente ou em grupos. A energia libertada na condensação do vapor de água nas gotas resulta em fortes correntes no interior da nuvem (ascendentes e descendentes). Na zona do topo, existem ventos fortes que podem dar à nuvem o aspecto de uma bigorna. A Figura 4.46 mostra um cumulonimbus.

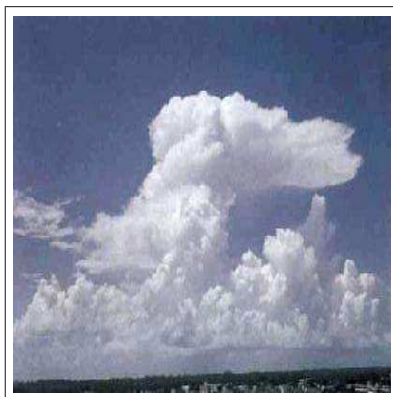


Figura 4.46: Cumulonimbus

## 4.14 Medição da precipitação

Conforme mencionámos anteriormente, a precipitação atinge o solo sob a forma de chuva, chuvisco, neve, saraiva, etc.

Ao fazer medição da precipitação pretende-se obter o máximo de informação sobre a quantidade de precipitação caída num dado intervalo de tempo. Pretende-se igualmente determinar a sua distribuição no tempo e no espaço,

A quantidade de precipitação que atinge o solo num dado intervalo de tempo exprime-se pela altura que atingiria numa superfície horizontal, à superfície terrestre, sob a condição de não, haver perdas nem por infiltração, nem por evaporação, nem por escoamento. Além disso, a precipitação caída sob a forma de neve ou gelo é tratada como se estivesse fundida, e portanto, no estado líquido.

Em certas regiões fazem-se também medições da precipitação de neve. Mede-se então a altura de neve recente que cobre uma superfície plana e horizontal. Determina-se também o equivalente em água da precipitação de neve.

Qualquer método de medição da precipitação tem por objectivo obter uma amostra verdadeiramente representativa da precipitação caída sobre a região a que se refere a medição. Daí a importância que têm a escolha do local e forma de exposição do instrumento de medida. Perdas por evaporação ou por salpico devem ser evitadas.

#### 4.14.1 Unidades de medida

A observação sinóptica de superfície da precipitação corresponde à soma das quantidades de precipitação líquida e equivalente líquido de qualquer precipitação sólida (como seja, neve, granizo). No entanto, deverão indicar-se todas as medições quer sob a forma de chuva, granizo, neve ou precipitação mista.

A quantidade de precipitação é, de preferência, medida em milímetros, devendo as leituras ser feitas com aproximação pelo menos aos 0,2 mm, para precipitação inferior a 10 mm. O erro não deverá ultrapassar 2% do valor total, se este for superior a 10 mm.

A espessura da neve mede-se de preferência em centímetros. Uma aproximação com pouco rigor é a que estabelece a correspondência entre 1 cm de neve recente, e 1 mm de chuva. Isto deve-se ao facto da proporção depender muito da espessura e textura da camada de neve.

#### 4.14.2 Princípio da medição

O método mais simples e vulgar de medir a precipitação de chuva é por meio de um udómetro ou pluviómetro, como se mostra na Figura 4.47.



Figura 4.47: Fotografia do udómetro apresentada no muni Fotografias e no ambiente virtual não imersivo



Este instrumento é constituído por um funil de concepção especial, colocado sobre um recipiente cilíndrico fixado a um suporte que está enterrado no solo, através de uma haste. O funil tem uma boca circular, de diâmetro conhecido, e horizontal.

A precipitação que cai através desta abertura, ou boca do funil, é recolhida num recipiente colocado dentro do cilindro. Na maioria das ocasiões, a capacidade do recipiente é suficiente, no entanto, se o líquido transbordar, o excedente é retido no cilindro ou escoar para o solo.

A quantidade de precipitação que se encontra no recipiente é medida em intervalos de tempo regulares. Na EMC-UA é de 24 horas em 24 horas. Assume-se que a quantidade recolhida por unidade de área da boca do funil é igual à que cai em cada unidade de superfície da zona circundante da estação.

As dimensões da boca do funil são variáveis. No entanto, a graduação do aparelho de medida deve estar de acordo com aquelas.

#### 4.14.3 Medições da quantidade da chuva

Há dois métodos que correntemente se usam para medir a quantidade de chuva recolhida no udómetro:

1. com uma proveta graduada, como se indica na Figura 4.48;
2. com uma vareta graduada.

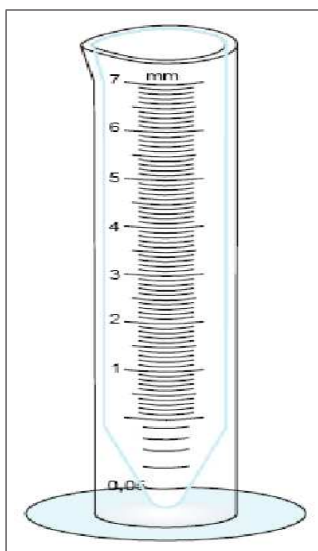


Figura 4.48: Proveta graduada

O primeiro método usa-se com mais frequência para udómetros ou pluviómetros de medição diária, sendo o segundo mais frequente para os de medição semanal ou mensal.

#### 1. *Proveta graduada*

Trata-se de um cilindro de vidro transparente, tipo proveta que esta identificada com o udómetro ou pluviómetro instalado na estação meteorológica. As graduações são feitas em unidades de quantidade precipitação. Em geral, marcam-se intervalos de 0,2 mm, havendo conveniência da marcação das linhas referentes a 0,1 mm. As linhas de milímetros inteiros devem estar claramente expressas. No acto da observação, a escala deve ser mantida na vertical. Devem evitar-se erros de paralaxe, tomando-se para referência a parte inferior do menisco da água.

#### 2. *Vareta graduada*

As varetas devem ser de cedro, ou de outro material conveniente que não absorva água, e para o qual o efeito de capilaridade seja pequeno. Deverão ter uma extremidade metálica para minimizar o desgaste. As varetas são graduadas de acordo com o pluviómetro ou udómetro instalados na estação meteorológica.

### 4.14.4 Exposição dos udómetros ou pluviómetros

Desde que a exposição seja correcta, a recolha feita pelo udómetro deve representar a precipitação que cai na área circundante. Na prática, contudo, é difícil atingir esta correspondência. A Figura 4.49 mostra a visualização do udómetro em ambiente virtual da EMC-UA. Deve haver cuidado de colocar o udómetro afastado de edifícios e árvores, que podem protegê-los da precipitação. É necessário também evitar uma situação em que o instrumento fique demasiado “exposto” ao efeito do vento.

O efeito do vento pode ser considerado de dois tipos:

1. sobre o instrumento propriamente dito: reduz geralmente a quantidade de água recolhida;
2. do local sobre a trajectória do ar: são frequentemente mais importantes, podendo os remoinhos que se geram, reduzir a precipitação num local e aumentá-la noutro. Deste modo, a leitura pode indicar valores demasiado altos ou demasiados baixos.

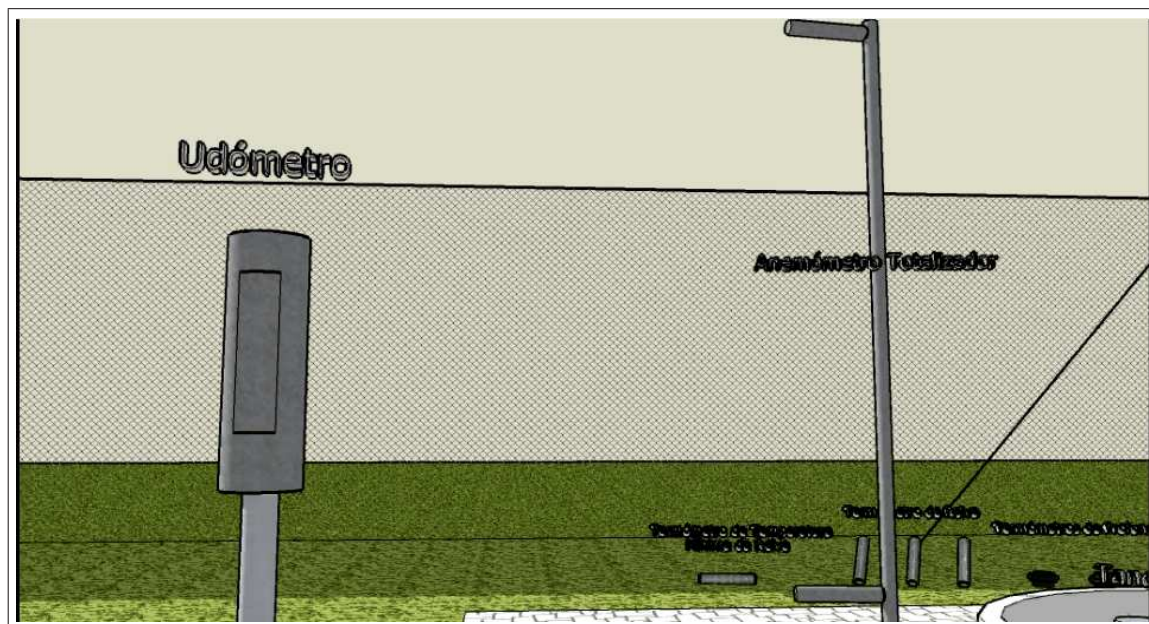


Figura 4.49: Visualização do udómetro em ambiente virtual da EMC-UA

O udómetro deve, sempre que possível, ser exposto com a boca na horizontal e sobre terreno plano. Deve encontrar-se a uma distância dos objectos circundantes que seja, pelo menos, igual a quatro vezes a altura destes.

Deve escolher-se um local abrigado da força máxima do vento, sem que o abrigo produza no campo do vento perturbações maiores do que as que se procuram evitar.

#### 4.14.4.1 Observação da chuva

Havendo o cuidado do registo de dados no acto das observações, os erros cometidos na medição da quantidade de precipitação recolhida são pequenos, quando comparados com a incerteza devida à exposição do instrumento.

Os udómetros de medição diária devem ser lidos com aproximação aos 0,2 mm, mas preferencialmente aos 0,1 mm.

Como principais fontes ocasionais de erro citam-se:

- uso de provetas ou varetas erradas;
- água entornada ao transferi-la para a proveta;
- incapacidade de transferir toda a água do recipiente para a proveta;

- água perdida por insuficiência de volume do recipiente;
- perdas por evaporação.

Em dias de queda de neve, quando a água recolhida no udómetro está congelada, o observador tem três alternativas:

1. *A neve não cai no momento da observação*

O udómetro (funil e recipiente) deve ser considerado no seu todo. O conteúdo de neve deve ser fundido e medido pelo processo normal.

2. *A neve cai no momento da observação*

A estratégia deve ser:

- aplica-se na parte exterior do funil, do recipiente, onde ambos, um pano previamente mergulhado em água quente, para fundir a neve ou o gelo. Mede-se depois a água de maneira habitual;
- medir com a proveta uma determinada quantidade de água quente (com cuidado para não partir o vidro) e lançá-la depois no udómetro. A quantidade de água, que se adiciona deste modo, tem de ser subtraída da quantidade total obtida na medição.

#### 4.14.5 Udógrafos

Os udógrafos são udómetros utilizados de modo a fornecer um registo contínuo da precipitação.

Na Figura 4.50 mostra-se o udógrafo em ambiente virtual da EMC-UA.

A partir dos registos do gráfico é possível:

- Determinar as horas de começo e fim de precipitação;
- Determinar a intensidade da chuva em qualquer momento.

Podem subdividir-se em duas categorias principais:

- i) as que registam a quantidade total da chuva caída desde o início do registo;
- ii) os que registam a intensidade da chuva em cada instante.



Figura 4.50: Visualização do udógrafo no ambiente virtual não imersivo

Os udógrafos da categoria i) podem também ser utilizados para determinar as quantidades caídas em cada fracção do período (por exemplo, a quantidade em cada hora de um registo diário cada 6 horas, ou 12 horas de um registo semanal).

Medindo o declive da linha que regista a chuva o gráfico dos instrumentos do tipo i), pode também determinar a intensidade da chuva, com aproximação.

A intensidade da precipitação pode ser variável o que torna difícil medir convenientemente todas as variações com um instrumento do tipo ii). Normalmente, adopta-se um valor intermédio, que depende das frequências relativas de ocorrência das intensidades da precipitação, elevadas e baixas.

Com a exposição de um udógrafo deve haver um cuidado semelhante ao que se tem com um udómetro.

Os udógrafos da categoria i) podem funcionar usando:

- flutuador;
- báscula;
- balança.

#### 4.14.5.1 Udógrafo de flutuador

Neste tipo de instrumento, a chuva recolhida é conduzida para um reservatório que contém um flutuador leve e oco. À medida que o nível da água sobe, o movimento vertical do flutuador é transmitido (por mecanismos apropriados) a uma pena que se desloca sobre um gráfico.

O valor da escala é obtido por correspondência conveniente entre as dimensões da boca do funil de recepção, do flutuador e do reservatório.

Para obter um registo para um período útil de, por exemplo 24 horas, pode.

- a) utilizar-se um reservatório de grandes dimensões;
- b) adaptar um mecanismo que execute automaticamente o rápido esvaziamento do reservatório, quando este fica cheio.

No caso b) usa-se um sistema de sifão, como se indica nas Figuras 4.51, 4.52, 4.53 e 4.54.

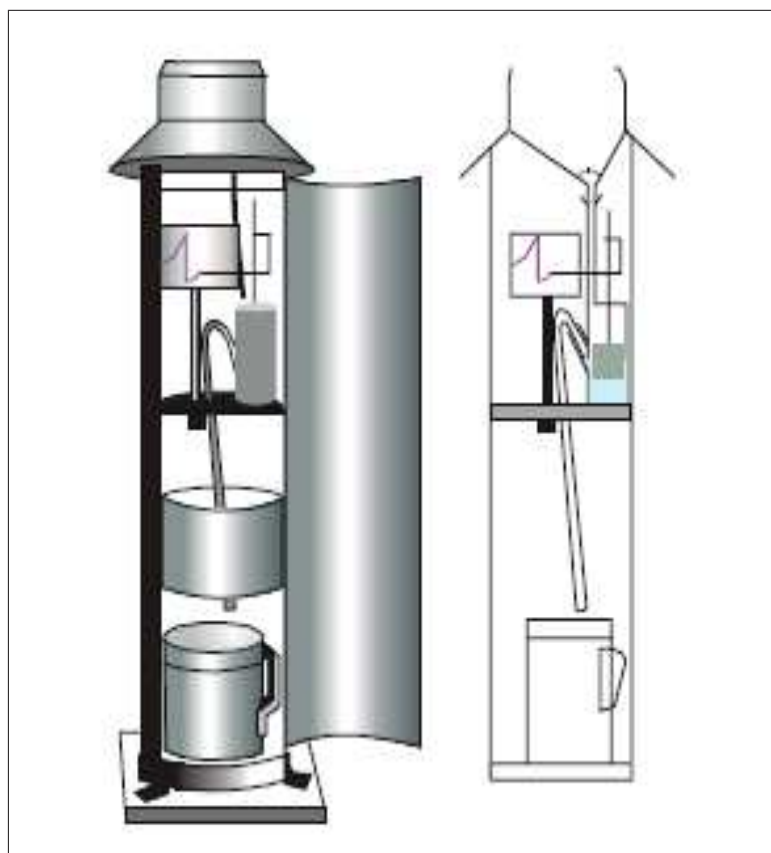


Figura 4.51: Esquema do pluviômetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo



Figura 4.52: Visualização do pluviômetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

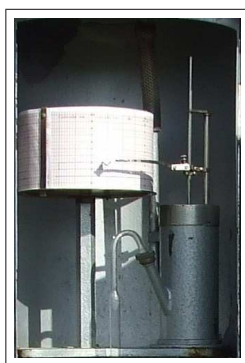


Figura 4.53: Visualização da parte de cima do pluviômetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo



Figura 4.54: Visualização da parte de baixo do pluviômetro tipo sifão apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

Depois da camara de flutuações ficar vazia, a pena regressa do zero do gráfico. No Inverno, quando há possibilidade de geada, instala-se um dispositivo de aquecimento no interior do udómetro.

O processo de esvaziamento por sifão deve começar instantaneamente, sem água “gotejar” no princípio ou no fim, e não deve demorar mais de 10-15 segundos.

A quantidade de precipitação que cai durante o processo de escoamento não é registada pelo instrumento, sendo o erro proporcional à intensidade da precipitação e à duração do escoamento.

O tambor e o mecanismo de relojoaria do instrumento são semelhantes aos de outros instrumentos registadores. O gráfico é graduado para leituras até um correspondente à quantidade de água contida no reservatório antes de se dar o processo de escoamento pelo sifão. Pode determinar-se a intensidade da precipitação anotando o tempo que a precipitação demora a cair.

## 4.15 Medição da visibilidade

Em Meteorologia, a visibilidade refere-se à transparência da atmosfera determinada pela visão humana. A nossa capacidade de ver e identificar os objectos é afectada pela presença, na atmosfera, de partículas sólidas ou líquidas. Estas podem ser hidrómeteoros (chuva, neve, nevoeiro, neblina, etc.) ou litometeoros (poeira, fumo, etc.).

O observador meteorológico determina a visibilidade na horizontal. Pretende-se determinar a maior distância horizontal, numa dada direcção, a que uma pessoa de vista normal, pode distinguir e identificar os contornos de um objecto, à luz do dia.

Não havendo modificação nas condições atmosféricas, este valor deve ser o mesmo de noite. Ou seja, regista-se uma visibilidade nocturna o valor que se obteria se a iluminação fosse elevada até à intensidade normal da luz do dia.

### 4.15.1 Definição de visibilidade meteorológica

Define-se “visibilidade meteorológica como sendo a distância máxima a que se pode ver e identificar” contra o céu no horizonte, um objecto de dimensões convenientes.

No caso de observações nocturnas, é a distância máxima a que se poderia ver e identificar o



mesmo objecto, se a intensidade da iluminação geral fosse aumentada até atingir a intensidade normal da luz do dia.

De notar que é necessário reconhecer o objecto. Não basta simplesmente ver o objecto, sem ser capaz de o identificar.

Os valores mais baixos da visibilidade são expressos em metros, e os mais altos são expressos em quilómetros.

As observações de visibilidade devem ser feitas sem o auxílio de binóculos, telescópios ou teodolitos.

#### 4.15.2 Determinação da visibilidade

Para um observador de vista normal, a visibilidade depende, principalmente, dos seguintes factores:

1. presença de partículas sólidas ou líquidas na atmosfera;
2. direcção da luz;
3. contraste entre um objecto, e o fundo contra o qual esse objecto é visto.

Os factores 2) e 3) devem ser eliminados nas observações de rotina. Por isso, a localização dos objectos a observar deve ser tal, que possam, sempre que possível, ser observados tendo o céu como fundo. No Hemisfério Norte os objectos de controle devem estar localizados a Norte do observador.

As observações de visibilidade deverão ser feitas de uma posição em que o observador tenha uma visão ininterrupta de todo o horizonte. Quando não for este o caso, o observador deve deslocar-se até ter observado o horizonte em todas as direcções.

Em particular, interessa-nos a visibilidade horizontal à superfície terrestre. Assim, as observações devem ser executadas no ponto mais baixo, acima da superfície, em que se possa fazer uma observação satisfatória.

##### 4.15.2.1 Variação da visibilidade horizontal com a direcção

A expressão “visibilidade meteorológica” pode exprimir a visibilidade numa única direcção ou nas condições predominantes em todas as direcções.

#### 4.15.2.2 Plano dos pontos de referência da visibilidade

A avaliação da visibilidade baseia-se na observação de objectos ou luzes convenientes a distâncias conhecidas do ponto de observação. Cada estação deve, assim, preparar um plano de alvos de referência utilizados nestas observações. O plano deve indicar as distâncias e orientação dos objectos em relação ao ponto de observação. Deve, igualmente, incluir as luzes convenientes para determinar a visibilidade de noite, assim como de dia. As referências escolhidas devem estar situadas a distâncias muito diversas.

Por outro lado, as distâncias que separam as referências escolhidas devem ser cuidadosamente determinadas, o que se pode fazer por medição directa, no caso de objectos próximo, e, no caso de objectos mais distantes, por cálculo a partir de cartas geográficas de grande escala.

#### 4.15.2.3 Escolha de pontos de referência da visibilidade durante o dia

Para pontos de referência de observações durante o dia devem escolher-se objectos que se encontrem a diferentes distâncias. Deverão ser negros ou quase, e devem destacar-se contra o céu no horizonte. Na medida do possível, devem evitar-se os objectos de cores claras ou os que não tenham por fundo o céu. Estas precauções são particularmente importantes quando o Sol incide sobre um objecto. Assim, uma casa branca será um objecto de referência impróprio, mas um grupo de árvores escuras terá utilidade, excepto quando brilhantemente iluminadas pelo Sol.

#### 4.15.2.4 Escolha dos pontos de referência da visibilidade durante a noite

Os objectos mais convenientes para determinar a visibilidade durante a noite são:

- luzes não concentradas, de intensidade moderada e situadas a distâncias conhecidas;
- silhuetas de colina e montanhas destacando-se contra o céu;
- brilho de estrelas perto do horizonte;
- Intensidade de uma fonte luminosa que é visível a uma distância definida;
- Distância máxima a que pode ver-se uma luz de intensidade luminosa definida.

É também importante o grau de contraste entre o objecto e o fundo - exemplo: crepúsculo, luar, escuridão completa.

Os valores obtidos para a visibilidade durante a noite podem induzir em erro quando se baseiam simplesmente na distância a que são visíveis as fontes luminosas vulgares, sem se ter em conta a intensidade da luz.

#### 4.15.3 Estimativa da visibilidade

Em certos locais, com um horizonte limitado ou ausência de objectos convenientes, pode impedir que se façam observações, excepto em distâncias relativamente curtas.

Quando a visibilidade é superior às distâncias para que há pontos de referência, deve obter-se por:

- métodos instrumentais;

ou

- pela estimativa da transparência geral da atmosfera.

A estimativa pode fazer-se anotando a nitidez com que se destaca o objecto mais afastado, por exemplo:

1. *Nitidez de contorno e relevo, com pouco ou nenhum esbatimento da cor do objecto.* Indica que a visibilidade é superior à distância a que se encontra o objecto que serve de ponto de referência;
2. *Objecto esbatido ou indistinto.* Indica a presença de bruma seca ou outros fenómenos, que reduzem a visibilidade a uma distância menor do que aquela a que se encontra o objecto.

Podem também utilizar-se estas considerações para interpolar para objectos a distâncias diferentes.

##### 4.15.3.1 Visibilímetros

Não há vantagem em utilizar um instrumento para medições durante o dia, desde que haja uma série conveniente de objectos para observação directa.

Um visibilímetro é, por outro lado, útil para observações durante a noite ou quando não há objectos de referência, como por exemplo a bordo de navios.

## 4.16 Medição da evaporação

A perda de água da superfície terrestre para a atmosfera efectua-se de diversos modos:

- por evaporação de água líquida;
- por sublimação do gelo;
- por transpiração das plantas.

A evaporação produz-se a partir das superfícies líquidas e de superfícies sólidas húmidas, tais como o solo. A sublimação ocorre quando o gelo e a neve passam directamente a vapor de água.

A vegetação retira água do solo através das raízes. Essa água sobe através da planta até às folhas, onde a maior parte passa ao estado de vapor e se escapa para a atmosfera. Este processo é conhecido por transpiração.

Por vezes utiliza-se o termo “evaporação” para descrever todos os diversos processos físicos em que a água no estado líquido passa ao estado de vapor. Nestes casos, o termo inclui quer a transpiração das plantas, quer a evaporação proveniente de superfícies líquidas e do solo. No entanto, é mais correcto utilizar para estes processos o termo evapotranspiração.

A medição da evaporação e da transpiração é necessária, se quisermos determinar a quantidade de água existente para uso das pessoas que vivem nas cidades e nos aglomerados e para a vida animal e vegetal nas zonas rurais.

Fizeram-se tentativas para reproduzir as condições naturais, medindo a perda de água em diversos tipos de superfícies. Em certos casos coloca-se em reservatórios ou em recipientes uma amostra de solo e plantas semelhantes aos da região em estudo. Mede-se a quantidade de água que se lança nestes reservatórios o que dá uma ideia da quantidade de água necessária para cultivar plantas nessa região. Noutros casos mede-se a quantidade de água que se evapora do solo, de superfícies porosas e líquidas.

No nosso estudo iremo-nos ocupar principalmente com a medição da taxa de evaporação, durante 24 horas.

Em primeiro lugar referimos os problemas relacionados com os processos físicos envolvidos e consideraremos em seguida, alguns dos métodos utilizados na medição da evaporação.

#### 4.16.1 Factores que influem na evaporação

A medição da evaporação é muito mais difícil do que a da precipitação.

Ainda não foi possível obter valores de confiança sobre a quantidade de água que evapora de zonas relativamente extensas da superfície terrestre.

Os factores que influenciam a evaporação, são os seguintes:

1. Radiação total, solar e terrestre;
2. Temperatura do ar e temperatura da superfície evaporante;
3. Velocidade do vento junto a essa superfície (20 cm e a 200 cm);
4. Humidade relativa do ar junto da superfície evaporante;
5. Pressão atmosférica;
6. Natureza da superfície evaporante;
7. Conteúdo em água da superfície evaporante.

A evaporação a partir do solo não depende somente das condições meteorológicas. Depende também de factores tais como o conteúdo de humidade, as propriedades físicas e a composição química do solo, assim como a profundidade da presença de um lençol de água.

A evapotranspiração é afectada pelas características das plantas, além dos factores meteorológicos e das propriedades do solo. Estas características incluem o número de poros das folhas, através dos quais se escapam o vapor de água e os gases. Além disso, constituem factores importantes a profundidade e a natureza do sistema radicular.

#### 4.16.2 Unidades de medida

A taxa de evaporação de uma superfície pode ser definida como sendo o volume de água no estado líquido, evaporada por unidade de superfície, na unidade de tempo.

Esta é equivalente a uma certa altura de água no estado líquido, perdida na unidade de tempo por toda a superfície, daí a evaporação ser geralmente expressa desse modo.

- A unidade de tempo pode ser um dia.
- A unidade de altura é o milímetro.

Portanto, a unidade de evaporação pode ser o milímetro de coluna de água por dia.

### 4.16.3 A medição da evaporação

A OMM recomenda que as estações meteorológicas assegurem na medida do possível, registos contínuos da evaporação. Estes devem ser feitos de tal modo que as medições sejam representativas da evaporação a partir da superfície do solo e da transpiração das plantas.

A medição da evaporação proveniente da superfície do solo e também de superfícies de água, tem importância para os hidrologistas. Infelizmente é difícil obter medições verdadeiramente representativas das condições naturais. Alguns destes problemas serão considerados quando se descrever a natureza dos instrumentos utilizados na medição da evaporação.

Chama-se “evaporímetro” ou “atmómetro” ao instrumento utilizado na medição da perda de água por uma superfície saturada. Estes instrumentos não medem directamente nem a evaporação de água por superfícies naturais, nem a evapotranspiração real (quer dizer a quantidade total de água lançada na atmosfera por evaporação no solo e por transpiração das plantas) nem a evapotranspiração potencial (quer dizer o limite máximo da evapotranspiração que ocorreria se houvesse bastante água no solo).

Os valores obtidos não podem, portanto, ser utilizados sem correcções, para se chegar a estimativas seguras sobre a evaporação da água de um lago. Devem igualmente ser feitas correcções, antes de as medições poderem ser utilizadas para estudar a evapotranspiração real e potencial relativa a superfícies naturais.

#### 4.16.3.1 Métodos de medição

Existem três métodos directos para medir a evapotranspiração:

1. Determinando a diferença de peso de uma amostra de solo;

2. Observando a perda de água de uma superfície porosa;
3. Observando a mudança de nível da superfície de água livre de um reservatório de grandes dimensões.

Se aplicarmos métodos diferentes não se podem comparar os resultados obtidos. Assim, devemos usar instrumentos idênticos e adoptar exposições semelhantes quando pretendemos comparar a evaporação de locais diferentes. Mesmo assim, os resultados obtidos são puramente orientadores, excepto talvez no caso do método 1).

#### 4.16.3.2 Evaporação pela superfície do solo

O método 1) é o único que pode fornecer informações suficientemente representativas do processo natural de evaporação pela superfície do solo. Devem tomar-se, no entanto, precauções indispensáveis ao fazer as medições.

Retira-se do terreno uma amostra cilíndrica de solo, que se coloca num recipiente que se adapte exactamente ao buraco de onde se retirou a amostra, e que deve ter uma condutibilidade térmica baixa.

As dimensões da amostra de solo devem ser tais, que seja fácil pesá-la. Deve ser colocada no recipiente com suficiente cuidado para que conserve tanto quanto possível a forma inicial.

Este método não é muito conveniente para observações de rotina porque implica que a amostra seja transportada para dentro de casa todas as vezes que seja necessário pesá-la. É também necessário muito cuidado ao manipulá-la.

O método é por vezes simplificado colocando uma amostra com pouca altura no prato de uma balança de leitura directa. O instrumento é colocado num abrigo, de modo a ficar protegido do Sol e da chuva. Ao mesmo tempo, fica exposto a uma certa ventilação natural. No entanto, a evaporação proveniente deste fragmento de solo não é representativa de uma amostra que se encontre em condições naturais.

#### 4.16.3.3 Evaporação por uma superfície porosa molhada

Para determinar a perda de água por uma superfície porosa molhada utiliza-se um atmómetro. Diz-se, por vezes, que este tipo de instrumento dá uma medida aproximada da evaporação

pela superfície das plantas. O evaporímetro de Piche é um instrumento deste tipo, como se indica na Figura 4.55.

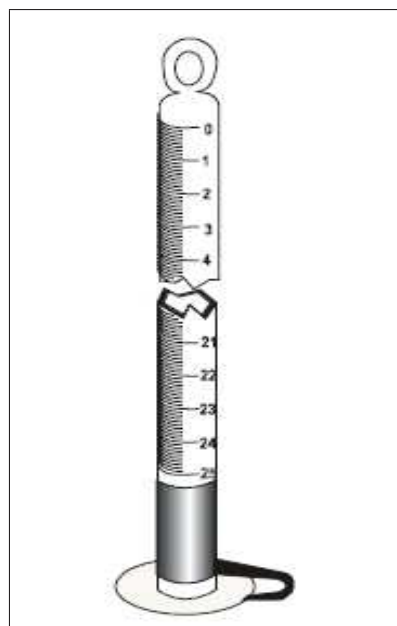


Figura 4.55: Evaporímetro de Piche.

É constituído por um tubo de vidro graduado, aberto numa das extremidades e fechado na outra. Enche-se o tubo com água destilada e coloca-se um disco poroso (por exemplo: papel de filtro) sobre a extremidade aberta. Em seguida inverte-se o tubo.

O disco poroso mantém-se húmido enquanto houve água no tubo, a evaporação é medida anotando a descida do nível de água no tubo graduado.

O evaporímetro de Piche é colocado no interior de um abrigo meteorológico. Por esta razão, ele reage à humidade relativa e às variações da velocidade do ar que passa através do abrigo. Mas, não reage directamente às variações da radiação solar directa e indirecta.

Em regiões secas, o disco poroso pode secar na periferia e, assim, a superfície de evaporação não ter sempre a mesma área. Outra dificuldade é o facto de o tubo ter uma capacidade que só dá para um dia de evaporação. Com tempo muito quente e seco a reserva de água pode gastar-se em menos de um dia.

É difícil normalizar as dimensões e a eficácia evaporante, devido à forma do disco e à maneira de o colocar em contacto com a extremidade aberta do tubo de vidro.

Embora este instrumento seja fácil de usar, e tenha uma concepção simples, as indicações por ele fornecidas não têm qualquer relação íntima com a evaporação pelas superfícies naturais.



Este facto é dividido principalmente à exposição do evaporímetro de Piche. Os depósitos de poeira ou de areia na superfície porosa podem também afectar seriamente as leituras.

#### 4.16.3.4 Evaporação por superfícies de água livre em reservatórios e em tinas

O método do recipiente ou tanque de evaporação tem uma aplicação bastante generalizada. No entanto, tem também a desvantagem da sua fraca relação com a evaporação por uma superfície representativa das condições naturais.

No entanto, os registos feitos em locais diferentes com a mesma espécie de reservatório, exposto de maneira semelhante, dão bons resultados. Estas medições permitem que se façam comparações entre estações. Indicam, portanto, as quantidades relativas de evaporação em condições climáticas diferentes.

Os recipientes ou tanques de evaporação, podem apresentar secção quadrada ou circular. Podem ser expostos de três modos:

- **Acima do solo.** A tina e a superfície de evaporação estão a pouca altura do solo, como se mostra nas Figuras 4.56, 4.57 e 4.58, em cima de um estrado de madeira;
- **Enterrado no solo.** A maior parte do tanque está abaixo do nível do solo, mas a superfície de evaporação está ao nível da superfície livre do solo, ou cerca dele;
- **Flutuante.** O recipiente está instalado numa plataforma flutuante, ancorada num lago ou em qualquer outra superfície de água.



Figura 4.56: Visualização da tina de evaporação apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

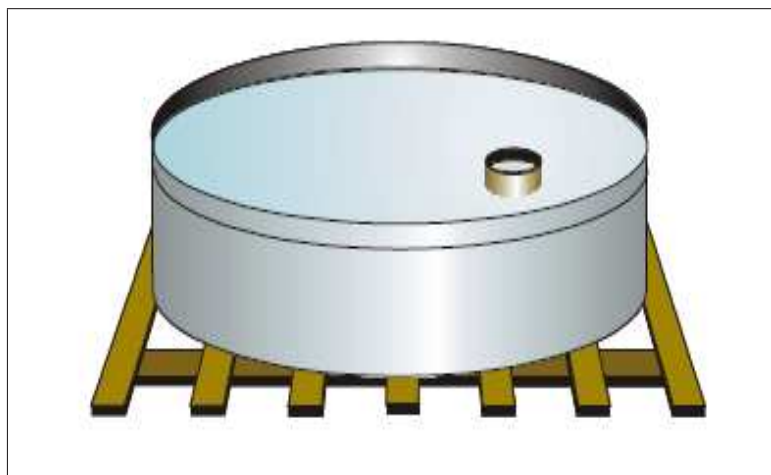


Figura 4.57: Esquema da tina de evaporação apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo



Figura 4.58: Tanque de evaporação tipo "A" no ambiente virtual não imersivo

Em todos os casos, o reservatório deve ser de material não corrosivo. Todas as junções devem ser feitas de maneira a diminuir o risco de os recipientes terem fugas de água.

Os recipientes instalados acima do solo não são caros e são fáceis de instalar e manter. Mantêm-se mais limpos do que os tanques enterrados, uma vez que a sujidade proveniente do terreno à volta não atinge a água. É fácil notar e eliminar qualquer fuga. No entanto, a quantidade de água evaporada é maior do que a dos recipientes enterrados, devido à energia radiante adicional interceptada pela parede lateral da tina. Os efeitos desfavoráveis da parede

lateral podem ser em grande parte eliminados utilizando um recipiente com isolamento, mas isso torna-o mais caro.

No caso dos recipientes enterrados, ficam em grande parte eliminados os efeitos secundários desfavoráveis, tais como a radiação sobre a paredes lateral e a troca de energia sob a forma de calor entre o recipiente e a atmosfera. No entanto, acumula-se maior sujidade, o recipiente é difícil de limpar e as fugas não podem ser facilmente notadas e eliminadas. A altura da vegetação junto, do recipiente é também importante. Além disso, têm lugar apreciáveis trocas de energia sob a forma de calor entre o recipiente enterrado e o solo. Estes efeitos dependem de muitos factores, incluindo o tipo de solo, o seu conteúdo em água e a densidade da vegetação.

Ao estudar a evaporação de um lago, os recipientes flutuantes dão geralmente melhores resultados do que os expostos em terra, acima ou abaixo do solo. No entanto, as suas condições de acumulação de energia sob a forma de calor são diferentes das do lago.

O recipiente flutuante é influenciado pelas características específicas do lago em que se encontra. Assim, não constitui necessariamente um bom indicador climático. Os recipientes flutuantes têm alguns problemas, em particular:

- Dificuldades na execução das observações;
- Salpicos que frequentemente impedem que se tenha confiança nos dados;
- Despesas de instalação e funcionamento.

#### 4.16.4 Tina de evaporação da Classe "A"

Há já alguns anos que se estuda a possibilidade de adoptar como padrão internacional um determinado modelo de recipiente, mas ainda não se chegou a uma decisão final. No entanto, a OMM adoptou, como instrumento de referência, o tanque americano de classe "A". O seu funcionamento foi largamente estudado em várias condições climáticas e entre limites bastante diferentes de latitude e altitude.

As observações consistem em medir a quantidade de água evaporada de um tanque destapado ou seja, a céu aberto. As medições por meio do tanque de evaporação de classe "A", fazem-se ajustando o nível de água do tanque a um ponto fixo, o que se consegue adicionando ou retirando uma quantidade de água conhecida.

A evaporação depende de um certo número de factores, incluindo a temperatura da superfície

evaporante e do vento junto à superfície da água. Em certas estações existe equipamento de medição da temperatura da água e da velocidade do vento sobre o tanque, como se verifica na Estação Meteorológica da Universidade de Aveiro e como se mostra na Figura 4.59.



Figura 4.59: Fotografia do tanque de evaporação tipo “A” apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

O tanque propriamente dito é constituído por um cilindro de cobre, ou de ferro galvanizado. Tem 25,4 cm de profundidade e 120,7 cm de diâmetro (dimensões internas) e é sustentado por uma estrutura de ripas de madeira. O tanque é pintado e cheio com água até cerca de 5 cm abaixo da borda.

O terreno deve ser preparado de modo a nivelar o suporte e manter a base do tanque suficientemente elevada para que a água da chuva escoe. A parte superior do enchimento de terra deve ficar 3 a 5 cm abaixo da parte superior do suporte de ripas. Deste modo, o ar pode circular sob o tanque e a base deste pode ser inspeccionada sem dificuldade.

Há dois métodos de medição do nível de água:

- Com um medidor de nível em forma de gancho, como se mostra nas Figuras 4.60, 4.61 e 4.62;
- Com um medidor de nível de ponta fixa.



Figura 4.60: Fotografia do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

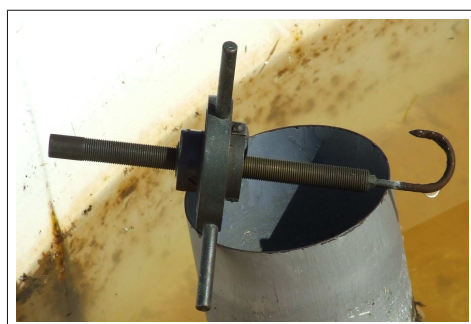


Figura 4.61: Fotografia do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

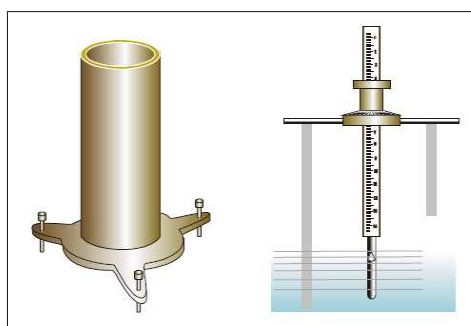


Figura 4.62: Esquema do medidor de nível em forma de gancho apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

O medidor de nível em forma de gancho é constituído por uma escala com nónio. A ponta do gancho indica quando o medidor de nível está na posição correcta, em contacto com a superfície livre da água. Dentro do tanque está colocado um cilindro com cerca de 10 cm de diâmetro e 30 cm de altura, destinado a anular qualquer agitação que se forme na superfície livre da água do tanque, no acto da observação. Serve também de suporte para o medidor de



nível em forma de gancho durante as observações. Enche-se novamente o tanque, sempre que o nível de água saia da gama de segurança, ou seja, abaixo de 7,5 cm.

O medidor de nível de ponta fixa é preferível ao de gancho, tanto do ponto de vista do custo como da manutenção de um nível de água conveniente. É constituído por uma vareta com ponta de latão, fixada verticalmente no centro de um cilindro de latão destinado a anular a agitação. A ponta da vareta encontra-se 6 a 7 cm abaixo da borda do tanque. Há três pequenos orifícios situados na parte inferior do cilindro, que permitem a circulação da água entre o tanque e o interior do cilindro.

Em cada observação faz-se voltar o nível de água ao mesmo ponto fixo, isto é, à ponta da vareta. Para juntar ou retirar água, a fim de levar o nível de água à altura da ponta da vareta, usa-se um recipiente graduado.

#### 4.16.5 Execução das observações

Em muitas estações usam-se dois anemómetro de conchas colocados a dois níveis diferentes, como se indica na Figura 4.63, para determinar o percurso do vento entre duas leituras.



Figura 4.63: Fotografia anemómetro de conchas apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

Estes anemómetros registam a velocidade do vento no período entre duas observações. Os anemómetros são montados num dos cantos da estrutura que sustenta o tanque. Em cada observação procede-se à leitura do anemómetro e anota-se no registo.

Para determinar as temperaturas máxima e mínima da água (termómetros montados num sistema flutuante), entre duas observações pode usar-se um termómetro de máxima e mínima. Estas leituras devem ser anotadas antes de a água ser perturbada pela adição ou subtracção de água. Depois de se fazerem estas medições regista-se a temperatura da água.

O método de observação para medir a quantidade de evaporação varia conforme o tipo de medidor de nível.

Primeiro anota-se o nível da superfície da água no tanque, em relação à ponta do medidor de nível. Mesmo que tenha havido evaporação, o nível da água não está necessariamente abaixo da extremidade da vareta. Se tiver chovido desde o momento da observação anterior, o nível de água será afectado.

Há duas possibilidades:

- O nível da água está abaixo da ponta fixa do medidor de nível:
  1. Neste caso enche-se o recipiente graduado até à marca que tem a referência;
  2. Deita-se a água do recipiente graduado para o tanque até o nível da água atingir a ponta do medidor de nível. (Esta operação deve ser feita lentamente quando o nível da água se aproxima do ponto fixo. De outro modo, a superfície da água pode ultrapassá-lo, devido ao facto de o nível no cilindro interior demorar algum tempo a ficar igual do tanque);
  3. Lê-se na escala do recipiente graduado a quantidade de água que se juntou (A);
  4. Faz-se uma leitura do udómetro, e determina-se a quantidade de chuva (C) caída depois da observação anterior;
  5. Determina-se a quantidade de evaporação (E) a partir da expressão

$$E = C + A \quad (4.8)$$

6. Além das leituras anteriores devem anotar-se a temperatura do ar e a humidade relativa do ar;

7. Quando, no momento da observação, a superfície da água do tanque está congelada, quebra-se o gelo com o mínimo possível de perturbação quer da temperatura quer do nível da água. As observações podem então ser feitas do modo normal.
- O nível da água está acima da ponta fixa do medidor de nível. Neste caso é preciso:
    1. Tirar água do tanque até o nível no cilindro interno atingir a extremidade da vareta;
    2. Medir a quantidade de água retirada com o recipiente graduado (T);
    3. Fazer uma leitura do udómetro e determinar a quantidade de chuva caída depois da observação anterior (R);
    4. Determinar a quantidade de evaporação a partir de

$$E = R - T \quad (4.9)$$

#### 4.17 Medição da insolação

A radiação solar é a principal fonte de energia da Terra. Directa ou indirectamente influencia os processos físicos que ocorrem na atmosfera.

Uma das medições necessárias para o estudo da radiação total que atinge a superfície terrestre é a medição da insolação. Para determinar os totais horários ou diários da insolação usa-se um heliógrafo, como se mostra nas Figuras 4.64, 4.65, 4.66 e 4.67, que permite executar medições rigorosas até ao décimo da hora.



Figura 4.64: Fotografia do heliógrafo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo





Figura 4.65: Fotografia do heliógrafo apresentada no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

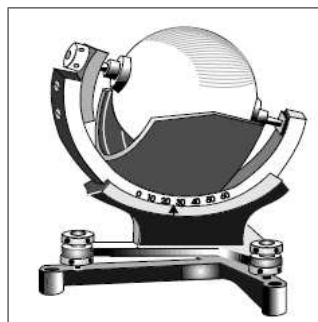


Figura 4.66: Esquema do heliógrafo apresentado no menu Fotografias e no ambiente virtual não imersivo

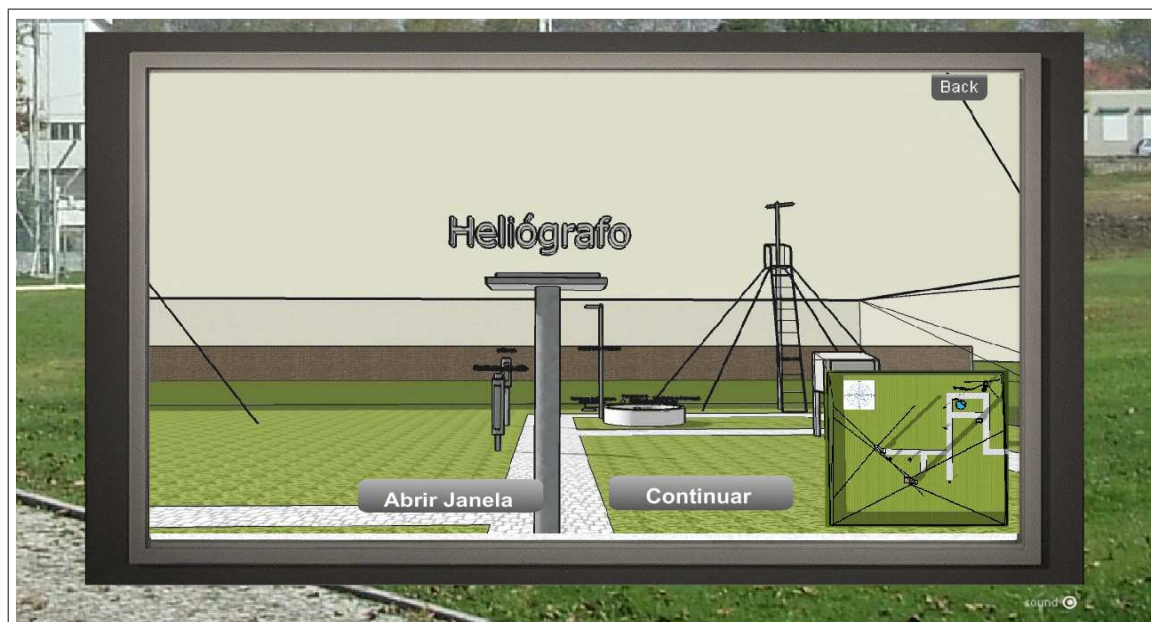


Figura 4.67: Visualização do heliógrafo da EMC-UA em ambiente virtual não imersivo

Na EMC-UA está instalado um heliógrafo de Campbell-Stokes, que é utilizado como padrão de referência para todos os tipos de heliógrafo, e conhecido por Heliógrafo de Referência Provisório (HRP).

#### 4.17.1 Princípio do heliógrafo de Campbell-Stokes

Determina-se a insolação concentrando os raios solares de tal modo que incidam sobre um papel no qual produzem um traço queimado. Se, para esse efeito, se usasse uma lente, seria necessário deslocá-la continuamente, devido às mudanças diárias e estacionais da posição do Sol. Para evitar tal inconveniente usa-se uma esfera de vidro para concentrar a radiação solar, num foco que está sobre a tira de papel.

Coloca-se de modo conveniente uma tira de cartão numa armação curva, concêntrica com a esfera de vidro. Os raios solares ficam então focados sobre a tira de cartão, como se mostra na Figura 4.68. Quando o Sol está descoberto durante todo o dia, aparece um traço contínuo na

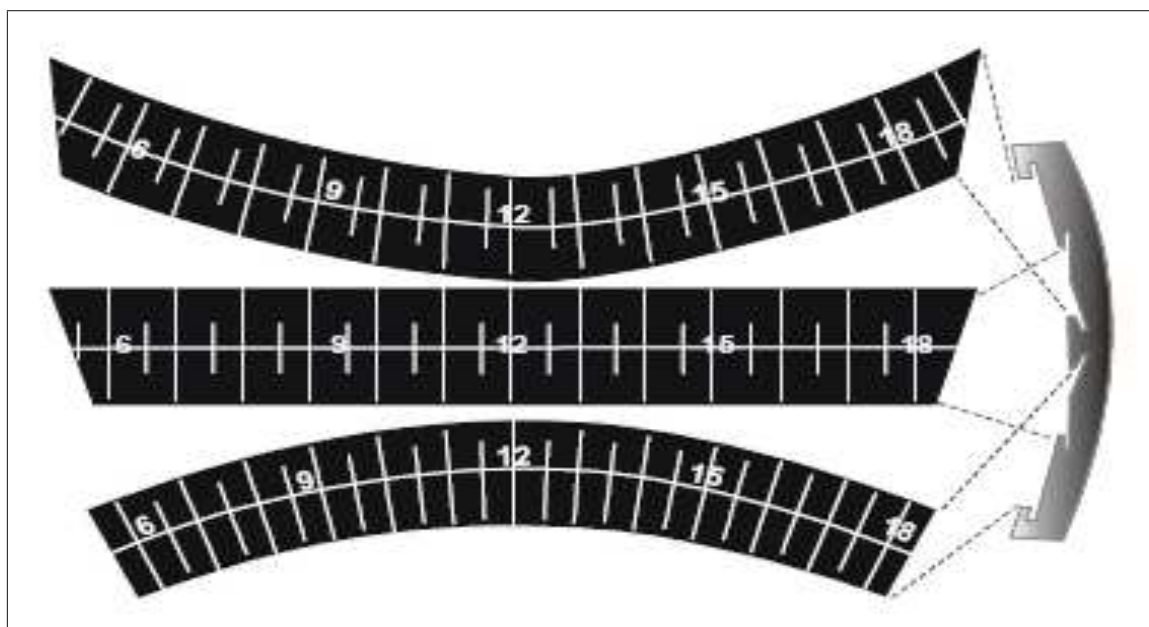


Figura 4.68: Tiras de cartão para diferentes épocas do ano

tira de cartão. Quando o Sol está temporariamente encoberto, o traço é interrompido. Neste caso o comprimento constituído pela soma de todos os segmentos queimados dá a medida da insolação, que define o número de horas de Sol desse dia.

#### 4.17.2 Descrição de heliógrafo de Campbell-Stokes

O heliógrafo é constituído essencialmente por uma esfera de vidro com cerca de 10 cm de diâmetro, montada concentricamente num suporte em forma de semi-coroa esférica. O diâmetro deste suporte é tal, que os raios solares ficam intensamente focados sobre uma tira de cartão fixada numas ranhuras do suporte. Há, na semi-coroa esférica, três pares de ranhuras

sobrepostas destinadas a segurar cartões próprios para as diferentes estações do ano.

A forma do suporte da esfera depende da latitude em que esta é usada. Nas baixas latitudes, a esfera é segura entre pequenos suportes em forma de taça. Este método pode também ser usado nas latitudes médias. Por esta razão, este tipo de heliógrafo é conhecido por padrão universal.

#### 4.17.2.1 Exposição do heliógrafo

O objectivo da utilização do heliógrafo é conseguir um registo contínuo da insolação. A forma ideal de montar o heliógrafo será sobre um suporte firme e rígido, num local onde não haja obstáculos a obstruir os raios solares, em qualquer hora do dia e em qualquer época do ano, como se mostra na Figura 4.69.



Figura 4.69: Exposição do heliógrafo no ambiente virtual imersivo

#### 4.17.2.2 Cartões do heliógrafo

Os cartões ou “tiras” do heliógrafo são feitos de cartão de boa qualidade, que não sofre aumento apreciável de comprimento quando for molhado. São impressos numa cor, como o azul de tonalidade média, que absorve a radiação solar, como se mostra na Figura 4.68.

De acordo com a estação do ano, usam-se cartões de três dimensões diferentes:

1. Cartões para Verão - cartões longos e curvos, enfiados com a parte convexa para cima, entre as ranhuras como indicação "Verão";
2. Cartões para Inverno - cartões curtos e curvos, enfiados com a parte côncava para cima, entre as ranhuras com indicação "Inverno";
3. Cartões equinociais - cartões direitos, enfiados entre as ranhuras centrais com indicação "Equinócios".

Os períodos de Verão e de Inverno variam com a latitude, e são diferentes em cada hemisfério. Quando se enfiam os cartões equinociais, deve haver o cuidado de pôr os números das horas na posição correcta, de outro modo o Sol de manhã ficará registado na parte do cartão destinada a registar o Sol de tarde, e vice-versa. Antes de enfiar um cartão novo, é conveniente limpar qualquer poeira que possa ter-se acumulado nas ranhuras em que os cartões vão ser colocados.

#### 4.17.2.3 Afição do heliógrafo

O heliógrafo é fornecido já com afiação de concentricidade. Isto significa que o centro da esfera coincide com o centro do suporte. Esta afiação não deve, em caso algum, ser alterada.

No entanto, há outros ajustamentos que têm de ser feitos no próprio local. Estes são executados no período dos equinócios, para assegurar:

- (a) Que o traço coincide com a linha central do cartão para os períodos equinociais;
- (b) Que às 12H00, tempo local aparente, a imagem do Sol coincide com a marca do meio-dia no suporte.

Quando estas condições estão preenchidas, o registo estará correcto em todas as épocas do ano.

O ajustamento será correcto quando:

1. O instrumento esta nivelado e na direcção Este – Oeste;
2. O instrumento esteja voltado para o Sul no Hemisfério Norte;
3. O plano que passa pelo centro da esfera e pela linha central do cartão para os períodos equinociais, forme, com a vertical, um ângulo igual à latitude do local.

#### 4.17.2.4 Processos de ajustamento

Os ajustamentos no local devem ser executados do seguinte modo:

1. Nivelamento

- Diminuir o aperto das três contraporcas dos parafusos de nivelamento;
- Colocar um nível de bolha de ar entre as pontas do suporte dos cartões, tendo o cuidado de assegurar que o eixo do nível se encontra exactamente na direcção Este-Oeste (pode conseguir-se isto colocando um cartão no heliógrafo e apoiando o nível nas extremidades do cartão);
- Levar a bolha de ar ao centro do nível, rodando os dois parafusos de nível;
- Colocar a bolha de ar de nível sobre a base regulável, na direcção Norte-Sul, e proceder ao nivelamento unicamente com o parafuso de nível posterior.

2. Este acerto só pode ser feito satisfatoriamente quando temos um céu aberto, com Sol. O melhor momento de o executar é ao meio-dia local aparente, e procede-se do seguinte modo:

- Calcular o meio-dia verdadeiro, quer dizer, o instante em que o Sol passa no meridiano do lugar;
- Colocar no heliógrafo o cartão ou “tira” correspondente à estação do ano e fazer coincidir as marcas do meio-dia;
- Diminuir o aperto das contraporcas dos parafusos de nivelamento;
- No momento em que o Sol passa no meridiano do lugar, ajustar a base regulável de modo que a imagem do Sol incida directamente sobre a linha do meio-dia do cartão. É aconselhável verificar o nivelamento, depois de fazer a orientação.

3. Inclinação do eixo da esfera

- Verificar se a base regulável está bem horizontal;
- Soltar o parafuso do suporte da esfera, de modo que este possa deslizar, se necessário;
- Fazer coincidir a ponta da seta do suporte da esfera, com o valor da latitude do local, na escala graduada;

- Apertar o parafuso de fixação do suporte da esfera (a linha centra do cartão para os períodos equinociais deve então coincidir com o plano equatorial celeste).

Após terem sido feitos todos os ajustamentos, estes devem ser verificados, e só então se apertam todas as contraporcas. Não deve haver necessidade de afinar de novo o heliógrafo, a não ser que se verifique qualquer encurvamento ou deformação do suporte.

#### **4.17.2.5 Erros de ajustamento**

Se todos os ajustamentos tiverem sido satisfatórios, o traço deve ser paralelo à linha central do cartão do heliógrafo. Os ajustamentos incorrectos podem provocar sérias falhas no registo em certas épocas do ano, fazendo com que o traço saia da extremidade do cartão.

Um nivelamento incorrecto, ou uma orientação incorrecta, podem fazer com que o traço fique deslocado, demasiado baixo da manhã ou demasiado alto à tarde, ou vice-versa. Quando o traço é simétrico junto à linha do meio-dia, mas não é paralelo à linha central do cartão, o ajustamento de latitude foi mal feito.

#### **4.17.2.6 Manutenção do heliógrafo**

Uma vez instalado e convenientemente ajustado, o instrumento exige poucos cuidados, além da substituição diária dos cartões ou "tiras". A esfera de vidro deve ser limpa com uma camurça, sempre que necessário, mas não com pano, que poderia riscar a superfície. Quando o instrumento é atingido por neve ou geada, estas devem ser retiradas no mais curto espaço de tempo possível.

#### **4.17.2.7 Substituição dos cartões do heliógrafo**

Todos os dias se deve pôr um novo cartão, quer tenha havido Sol descoberto quer não. Um cartão sem uma queimadura prova que o céu esteve sempre encoberto.

Quando é possível, deve substituir-se o cartão depois do pôr-do-Sol. Para substituir o cartão, retira-se o estilete fixador dos cartões e retira-se o cartão usado, fazendo-o deslizar. Na EMC-UA a substituição é realizada na observação da manhã.

Em caso de necessidade podem substituir-se os cartões durante o dia. É, no entanto, necessário manter a hora escolhida para a substituição. Se houve Sol no momento em que se põe o novo

cartão, deve proteger-se a esfera dos raios solares, a fim de não produzir uma falsa marca.

Em cada cartão devem estar escritos o nome da estação e a data. Devem também estar indicadas as horas exactas a que o cartão foi colocado e retirado do instrumento.

#### 4.17.2.8 Leitura dos cartões do heliógrafo

Para calcular o total diário da insolação, usa-se (por exemplo) um segundo cartão (C1), de curvatura semelhante. Coloca-se este cartão ao longo do que tem o registo (C2). Em seguida marcam-se no cartão (C1), com um lápis afiado, comprimentos iguais aos dos traços sucessivos do cartão (C2). A posição do cartão pode ser ajustada, de maneira que estes segmentos formem uma linha contínua. O comprimento desta linha deve ser medido com aproximação até aos décimos da hora.

O traço pode ser pouco nítido, como geralmente acontece próximo do nascer ou do pôr-do-Sol, ou quando os raios solares atravessam bruma seca. Nesses casos deve medir-se todo o traço castanho, desde que seja visível.

Quando se mede uma marca forte que termina abruptamente, a medição não deve ser feita até aos extremos. Deve dar-se desconto à extensão queimada para além da verdadeira posição.





## Capítulo 5

# Relação entre parâmetros meteorológicos registados na estação meteorológica

No presente capítulo iremos proceder a análise de alguns dados registados na estação meteorológica. Espera-se que esta estratégia possa fomentar uma articulação e interdisciplinaridade entre as CN e as CFQ visando um melhor ensino/aprendizagem.

### 5.1 Ambiente atmosférico no ensino das Ciências: um estudo mais abrangente

As estações meteorológicas clássicas estão ligadas à previsão do tempo atmosférico.

Os parâmetros meteorológicos registados numa estação clássica pertencem ao elo da ligação que é usado para a previsão de um ambiente atmosférico.

A humidade relativa e a temperatura do ar, são parâmetros importantes na definição do ar húmido que poderá apresentar um maior ou menor poder secante. A injeção na atmosfera de  $CO_2$ , gás com características de efeito de estufa, suscita um aumento de temperatura do ar, favorecendo a alteração de ecossistemas (IPCC, 2001; IPCC, 2007).

A conservação da diversidade biológica tornou-se uma preocupação global.

A ameaça da diversidade biológica está entre os tópicos mais importantes para o Desenvolvi-

mento Sustentável.

Hoje, imensas organizações não-governamentais ambientalistas apelam aos meios políticos para actuarem com urgência perante a problemática do aquecimento global. O Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC, 2001; IPCC, 2007) disponibilizou cenários para a temperatura do ar,  $CO_2$ , nível médio das águas do oceano, secas, inundações, entre outras.

As alterações climáticas têm influência na saúde pública.

Em Portugal esta temática pode ser introduzida ao nível da leccionação do 8.<sup>o</sup> ano de escolaridade, na unidade “Mudança Global”. Segundo as Orientações Curriculares do 3.<sup>o</sup> Ciclo de Ciências Físicas e Naturais, do Ministério da Educação, da sub-unidade Mudança Global (Descrição e previsão do tempo atmosférico), os alunos deverão tomar consciência da importância que o conhecimento do tempo atmosférico tem para a sociedade, para a prevenção de desastres e para a saúde pública.

Torna-se assim, pertinente e importante que se registem em simultâneo parâmetros meteorológicos (estação meteorológica), concentração de poluentes (estação de qualidade do ar) e emergência hospitalar.

É sabido que o clima, enquanto elemento do meio, exerce considerável influência sobre as condições de saúde-doença da população, mas não é isoladamente seu determinante. A sua importância varia de acordo com a doença em questão e com as características físicas, psicológicas e culturais dos indivíduos.

As relações entre clima, tempo atmosférico e os seres humanos constituem uma área de estudo eminentemente interdisciplinar, que tem interessado especialistas de diversos campos: médicos, arquitectos, geógrafos e meteorologistas. A abordagem geográfica é ainda muito reduzida.

### **5.1.1 Gráficos de informação a partir de registo de dados**

Por considerarmos interessante e oportuno apresentamos diversas figuras com alguma informação acerca dos registos efectuados e algumas relações entre parâmetros meteorológicos.

A Figura 4.35 mostra a capa da caderneta das observações que é usada na EMC-UA. Para cada dia há espaços em branco na caderneta que devem ser preenchidos. O observador me-

Na Figura 4.36 mostra-se a página diária de observação e registos a efectuar.

A Figura 5.1 mostra uma fase de preparação de dados. É uma folha de registo que é preenchida no final de cada mês. Esta folha será enviada, posteriormente, para o Instituto de meteorologia para validação. Salienta-se que são os instrumentos meteorológicos simples que calibram os sensores e instrumentos registadores.

[illegible]

Figura 5.1: Folha de registo mensal

A estação meteorológica clássica da UA foi inaugurada em Outubro de 1986. Infelizmente, não há um ficheiro disponível de todos os dados registados na estação. Normalmente quem deseja estudar alguns fenómenos físicos, tem o “trabalho” de introduzir os dados diários e mensais, quando se consegue disponibilidade em papel. É uma tarefa muito demorada.

É bom referir que muito recentemente começaram a ser disponibilizados alguns dados, em for-

mato digital. A Figura 5.2 mostra o aspecto de uma folha de cálculo Excel, após a introdução de dados.

Resultado de Observações Meteorológicas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Dia	Manhã (06h - 12h)										Tarde (13h - 19h)										Dia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Vento		Temperatura		Umidade		Nebulosidade		Tempo		Vento		Temperatura		Umidade		Nebulosidade		Tempo		Vento		Temperatura		Precipitação		Evaporação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Orientação	Velocidade (km/h)	T(°C)	Ta(°C)	Tw(°C)	%					PRE	ESP	PAS	Orientação	Velocidade (km/h)	T(°C)	Td(°C)	Tw(°C)					UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE	NW	SW	OR	UT	NE

Figura 5.2: Folha de registo de dados - ficheiro Excel

Alguns dados podem ser relacionados. Vamos aproveitar alguns exemplos.

A Figura 5.3 mostra que quando a temperatura do ar aumenta diminui a nebulosidade e vice-versa. Esta situação é correcta pois a transparência da atmosfera é condicionada pela temperatura do ar. Na prática quando a temperatura do ar é inferior à temperatura do ponto de orvalho regista-se condensação do vapor de água e são formadas infinitas gotículas microscópicas. Estas crescem à medida que a temperatura do ar se afasta da temperatura do ponto de orvalho.

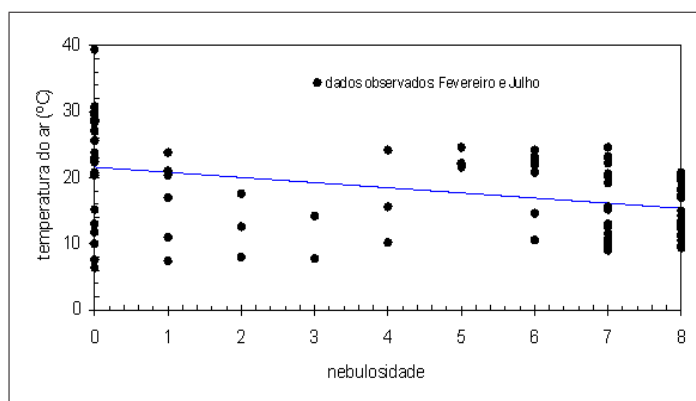


Figura 5.3: Temperatura do ar *vs* nebulosidade

A observação visual da Figura 5.4 mostra que a humidade relativa do ar e a nebulosidade estão relacionadas. De facto, quando a humidade relativa do ar aumenta a nebulosidade também aumenta. A humidade relativa do ar é condicionada pela pressão parcial de saturação à temperatura do ponto de orvalho. Uma maior diferença entre a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho suscita uma menor humidade relativa do ar e menor nebulosidade.

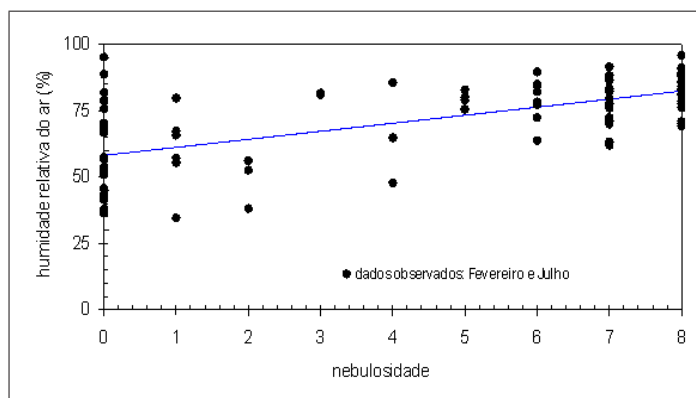


Figura 5.4: Humidade relativa do ar *vs* nebulosidade

A Figura 5.5 indica a relação entre a humidade relativa do ar e a temperatura do ar. Na figura

os círculos negros representam dados registados, a linha a tracejado de cor “vermelha” indica a tendência entre a humidade relativa e a temperatura e, a linha a cheio de cor “verde” a relação entre a humidade relativa e temperatura do ar para condições de conforto (considera-se uma humidade relativa do ar de cerca de 50% e uma temperatura do ar de cerca de 20°C). A variabilidade de dados registados mostra que o ar húmido é condicionado pela passagem de massas de ar (com maior ou menor quantidade de água no estado gasoso). A linha de cor “verde” indica como a humidade relativa está relacionada com a temperatura do ar quando não há influência de entrada ou saída de diferentes massas de ar. É o exemplo de uma massa de ar estacionário contida numa sala.

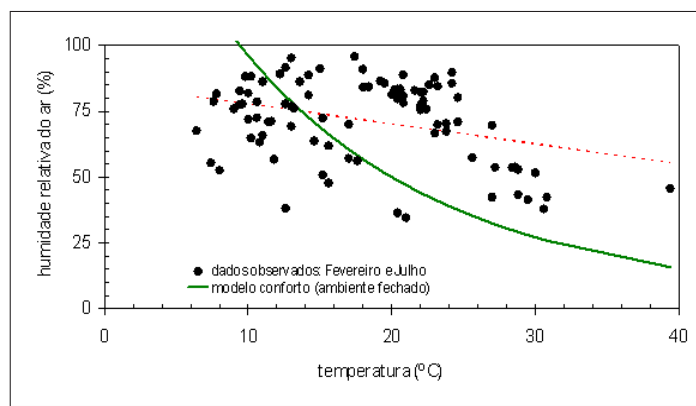


Figura 5.5: Humidade relativa ar *vs* temperatura

A Figura 5.6 é igual à Figura 5.5.

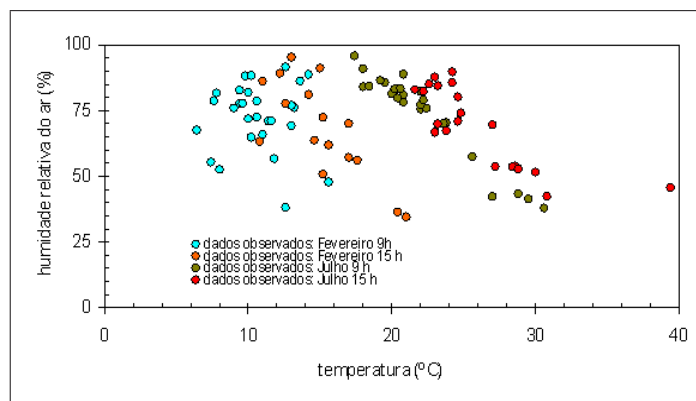


Figura 5.6: Humidade relativa ar *vs* temperatura

A diferença reside na separação de dados registados em diferentes situações. Os círculos de cor “azul piscina” representam dados registados às 9 horas durante o mês de Fevereiro. A relação entre a humidade relativa do ar e da temperatura do ar não é nítida. De facto durante o mês de Fevereiro não se regista grande diferença entre as temperaturas registadas. Se considerarmos

os registos às 15 horas, durante o mesmo mês em que já é sentida a influência da radiação solar, é possível observar a tendência esperada entre a humidade relativa do ar e a temperatura do ar, sendo o declive negativo. Para o mês de Julho os dados registados e indicados na figura por círculos de cor “verde” mostram uma tendência muito mais acentuada. Há uma maior variação da temperatura e a relação entre a humidade relativa do ar e a temperatura do ar mostra de forma inequívoca que a um aumento de temperatura verifica-se uma diminuição da humidade relativa do ar. Esta abordagem é corroborada quando se analisa os círculos de cor “vermelha”.

A Figura 5.7 é muito interessante. Mostra como a temperatura do termómetro seco e temperatura do ponto de orvalho variam para cada dia ao longo de um mês. A temperatura mínima também é indicada. Como era esperado, devida à influência da radiação solar, a temperatura do ar registada às 9 horas é, no geral, inferior à temperatura do ar registado às 15 horas. O valor da temperatura do ponto de orvalho registada às 15 horas permite saber se durante a noite houve formação de orvalho. Para esta situação acontecer é necessário que a temperatura mínima do ar seja inferior à temperatura do ponto de orvalho.

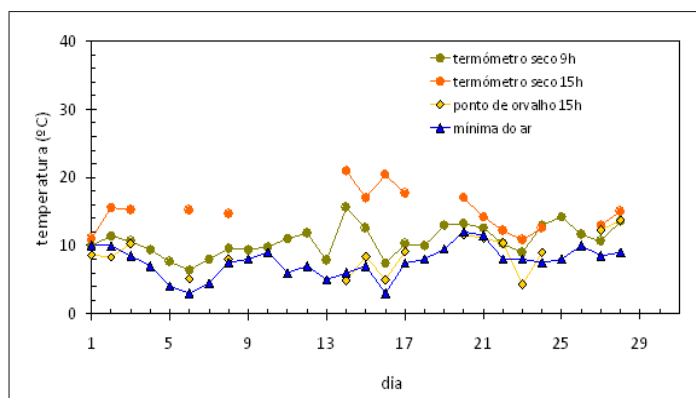


Figura 5.7: Temperatura *vs* dia

A Figura 5.8 mostra duas linhas. A de cor “azul” indica os valores da humidade relativa do ar registada às 9 horas e a linha de cor “azul piscina” os valores da diferença entre a temperatura do ar e da temperatura do termómetro molhado. Na prática para uma maior diferença entre as duas temperatura indicia uma menor humidade relativa. A observação do gráfico corrobora com esta interpretação física.

Na Figura 5.9 estão indicadas duas linhas. A de cor “azul” mostra a evolução da temperatura máxima do ar e a de cor “laranja” a temperatura mínima do ar ao longo dos dias do mês. Estas temperaturas são registadas de 24 em 24 horas. Os valores estão em concordância com

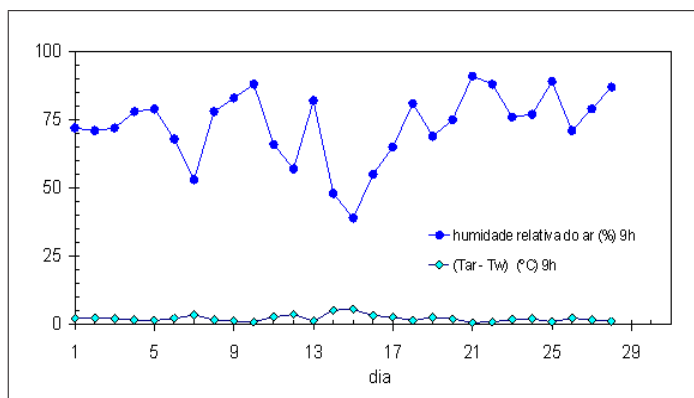


Figura 5.8: Humidade relativa registada às 9 horas e diferença entre a temperatura do ar e da temperatura do termómetro molhado *vs* dia

a literatura da especialidade (meteorologia) e com a dinâmica da temperatura do ar ao longo de um dia. A temperatura máxima regista-se após o meio dia e a temperatura mínima regista-se antes do “nascer” do Sol. A diferença entre estas duas temperaturas permite conhecer a amplitude térmica diária.

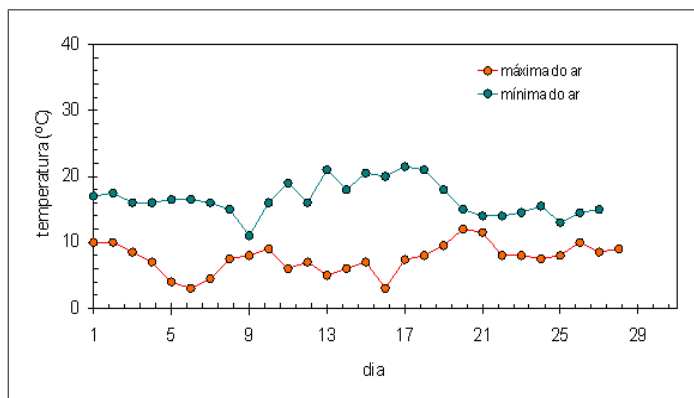
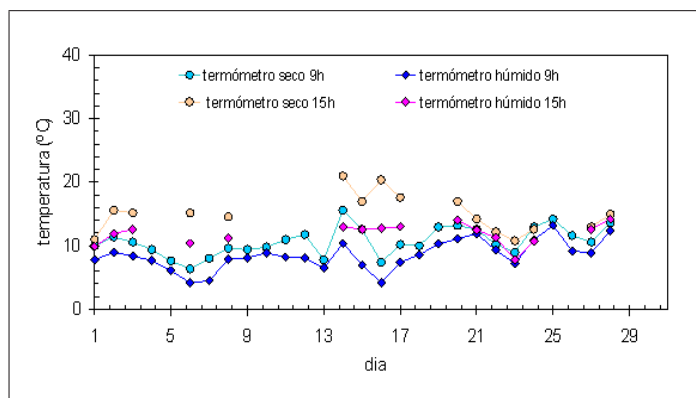


Figura 5.9: Temperatura máxima e mínima *vs* dia

Na Figura 5.10 estão indicadas as temperaturas registadas por um psicrómetro às 9 e 15 horas. Às 9 horas a temperatura do ar é sempre igual ou superior à temperatura do termómetro molhado. Às 15 horas a temperatura do ar é superior à temperatura do ar registada às 9 horas. Os valores da temperatura do termómetro molhado mostram ser superiores aos registados às 9 horas. Esta situação é justificada pela entrada, na costa litoral, de massas de ar provenientes do oceano, a chamada brisa marítima.



Figura 5.10: Temperatura *vs* dia

### 5.1.2 Tempo atmosférico, qualidade do ar e os seres vivos

O nosso organismo tem de estar preparado para se adaptar a diferentes condições atmosféricas. Somos todos “**meteo sensíveis**” (Talaia e Agostinho, 2007).

A biometeorologia, que consiste em analisar a influência das condições atmosféricas sobre o organismo, tornou-se hoje em dia uma ciência cujo fim é prevenir as pessoas em risco – asmáticos, entre outros – e prever pessoas e ambulâncias em número suficiente para as tratar o melhor possível.

A temperatura, humidade relativa do ar, precipitação, pressão atmosférica e ventos afectam a saúde humana de forma directa (sensação de conforto, mortalidade e morbilidade por doenças sistémicas) e indirecta (doenças infecciosas transportadas por vectores na água, no ar, no solo e nos alimentos) pois o corpo humano está em permanente contacto com o seu meio ambiente atmosférico por intermédio de trocas térmicas hídricas e gasosas.

Situações extremas, como ondas de calor no Verão e de frio no Inverno, afectam a saúde e o bem-estar de diversas formas.

Pitton e Domingos (2004) consideraram como vários tipos de doenças estão relacionados com condições atmosféricas e climáticas.

O tempo atmosférico aliado à poluição do ar, intervém no surgimento de certas patologias. As condições atmosféricas podem favorecer a concentração ou, a dispersão de partículas e da poluição.

Na atmosfera houve sempre partículas sólidas procedentes de processos naturais, que continuamente geraram substâncias potencialmente poluentes. Mas, esta poluição é perfeitamente

assumida pela mesma natureza, graças a mecanismos de auto – purificação que a atmosfera possui.

A poluição ambiental contribui para a degradação da qualidade do ar tendo implicações na saúde. Por exemplo, uma concentração de ozono troposférico, acima de certos valores, pode provocar crises a doentes asmáticos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição é responsável por cerca de 20 a 30% das doenças respiratórias. O grupo da população mais afectado é o das crianças e dos idosos.

O sítio do IQar, da qualidade do ar, disponibiliza um quadro, como se mostra na Figura 5.11, com alguns conselhos de saúde em função do índice de qualidade do ar IQar e menciona condições meteorológicas, normalmente, associadas.

Índice	Tempo	Conselhos de Saúde
<b>Mau</b>	- Anticiclone com vento fraco; - Estabilidade prolongada; - Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto; - Ozono: forte radiação / tempo quente contínuo.	Todos os adultos devem <b>evitar esforços físicos ao ar livre</b> . Os grupos sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) deverão <b>permanecer em casa com as janelas fechadas</b> e utilizando de preferência sistemas apropriados de circulação/refrigeração do ar.
<b>Fraco</b>	- Anticiclone com vento fraco; - Situações de transição do estado do tempo; - Estabilidade; - Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto; - Ozono: forte radiação / temperaturas elevadas associadas a dias de céu limpo.	As pessoas sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) devem <b>evitar actividades físicas intensas ao ar livre</b> . Os doentes do foro respiratório e cardiovascular devem ainda respeitar escrupulosamente os tratamentos médicos em curso ou recorrer a cuidados médicos extra, em caso de agravamento de sintomas. A população em geral deve <b>evitar a exposição a outros factores de risco</b> , tais como o <b>fumo do tabaco</b> e a <b>exposição a produtos irritantes contendo solventes</b> na sua composição.
<b>Médio</b>	- Diversas situações meteorológicas com características de tempo agradáveis.	As pessoas muito sensíveis, nomeadamente crianças e idosos com doenças respiratórias devem <b>limitar as actividades ao ar livre</b> .
<b>Bom</b>	- Passagem de frentes com actividade moderada; - Outras situações meteorológicas com ventos moderados.	Nenhuns.
<b>Muito Bom</b>	- Vento moderado a forte; - Temperaturas frescas; - Ocorrência de precipitação; - Passagem de frentes com actividade moderada.	Nenhuns.

Figura 5.11: Índice de Qualidade do ar, tempo e conselhos de saúde

Os poluentes englobados no IQar são: dióxido de azoto ( $NO_2$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono, medido segundo a média registada durante 8h consecutivas (CO 8h), ozono ( $O_3$ ) e partículas inaláveis ou finas, cujo diâmetro médio é inferior a  $10\ \mu m$  ( $PM_{10}$ )

O IQar é uma ferramenta que permite obter uma classificação simples e compreensível do estado da qualidade do ar.

Este índice foi desenvolvido para poder traduzir a qualidade do ar, especialmente das aglomerações, mas também de algumas áreas industriais e cidades.

Conforme mostra a Figura 5.12, o IQar varia de Muito Bom a Mau para cada poluente de

acordo com a matriz de classificação.

Poluente em causa / Classificação	CO		NO <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		PM <sub>10</sub>		SO <sub>2</sub>	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Mau	16000	-----	400	-----	360	-----	125	-----	500	-----
Fraco	14000	15999	290	399	180	359	70	124	470	499
Médio	7000	13999	140	289	120	179	30	69	210	469
Bom	5000	6999	100	139	60	119	20	29	140	209
Muito Bom	0	4999	0	99	0	59	0	19	0	139

Figura 5.12: Classificação do IQar (valores em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Há critérios de definição de poluentes atmosféricos (valores guia e valores limite), considerados mais gravosos para o ecossistema em geral e, para o ser humano, em particular. A União Europeia (U.E.), a Organização Mundial de Saúde (O.M.S.) e os governos de vários países, entre os quais se inclui Portugal mantêm esse objectivo. Para o Ozono, a O.M.S. define uma média horária de 150 a 200  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  e a U.E. de 180 a 360  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

É sabido que o aquecimento global esta relacionado com as alterações climáticas. Segundo a comissária do Ambiente da União Europeia, as alterações climáticas constituem “um dos problemas mais ameaçadores que hoje enfrentamos” (Comissão Europeia, 2002).

Há inúmeros cenários divulgados pela comunidade científica. De acordo com o IPCC (2001) e a Comissão Europeia (2002), as alterações climáticas poderão produzir um impacto muito prejudicial no ambiente e causar importantes problemas económicos e sociais.

A Figura 5.13 mostra linhas que indiciam vários cenários para o aumento da concentração do  $\text{CO}_2$  disponibilizados pela IPCC (2001) para o nosso século. Uma conclusão imediata mostra que qualquer um dos cenários sugere aumentos da concentração de  $\text{CO}_2$ , ao longo dos anos.

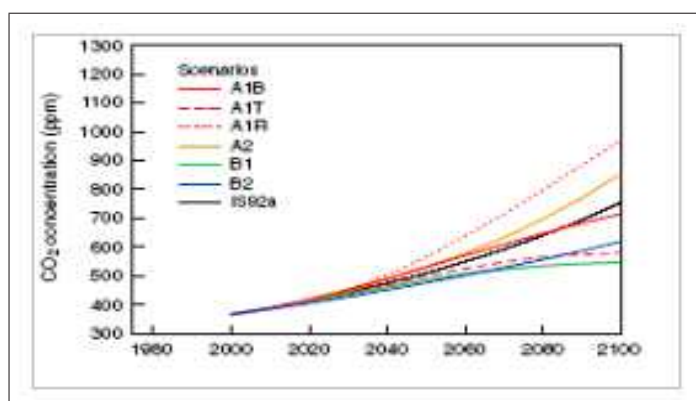


Figura 5.13: Cenários para  $\text{CO}_2$  até 2100

A Figura 5.14 mostra linhas que indiciam vários cenários para a temperatura do ar. De uma maneira inequívoca qualquer cenário suscita muita angústia. Na prática é esperado um aumento da temperatura do ar.

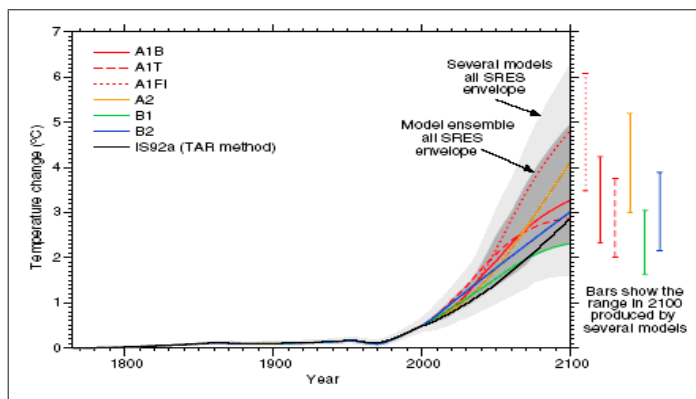


Figura 5.14: Cenários para a temperatura do ar até 2100

A observação do gráfico da Figura 5.14 mostra a evolução da temperatura a partir do ano de 1800. A evolução da linha durante cerca de dois séculos é quase mantida constante e a angustia só desperta a comunidade científica e, os meios políticos a partir das últimas décadas do século XX.

Nesta perspectiva, impactos imprevisíveis serão esperados e os seres vivos terão de se adaptar às alterações climáticas.

Em termos de saúde, por exemplo o aparelho respiratório e o sistema cardiovascular serão agredidos.

Espera-se que nas próximas décadas, os combustíveis fósseis e a biomassa continuarão a ser certamente as principais fontes de energia do mundo e é bem conhecido que a exposição aos poluentes, resultantes da produção de energia através destes processos, pode ter como consequência sérios efeitos a nível da saúde, especialmente se ocorrerem episódios severos de poluição (Highwood e Kinnersley, 2006).

O cidadão terá que saber, desde já, que cada um dos sistemas respiratório e circulatório tem um patamar de tolerância, que não pode ser ultrapassado. Uma implicação imediata poderá ser a “falência” do organismo, com consequências dramáticas.

Bush e Prochnau (2004) referem que agudizações graves e severas de asma podem ser desencadeadas por vários factores nomeadamente pelo aumento de concentração de poluentes.

A Figura 5.15 mostra, para um estudo realizado, a relação entre os dados registados da con-

centração de ozono registados numa estação regional do ambiente e os dados registados da temperatura do ar numa estação meteorológica. A observação visual e a recta de ajuste mostram de forma inequívoca que um aumento da temperatura suscita um aumento da concentração do ozono.

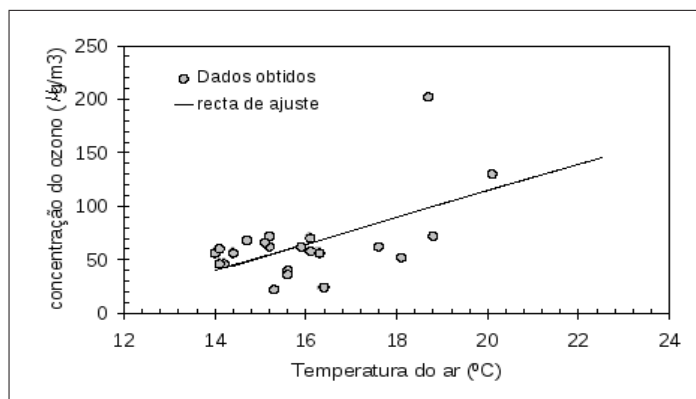


Figura 5.15: Relação entre concentração do ozono e temperatura

Na Figura 5.16 são indicadas três linhas; a de cor “vermelho” indica a evolução da concentração do ozono, a de cor “verde” a evolução da temperatura do ar e a de “negro” as ocorrências (emergências hospitalares) de agudização de asma.

A observação visual da Figura 5.16 mostra que há uma relação directa entre a concentração do ozono e as ocorrências. Na prática, quando a concentração de ozono aumentou suscitou um maior número de emergências hospitalares. A partir do dia 1 de Novembro, a relação não se mantém devido às estratégias de prevenção dos pacientes mais vulneráveis.

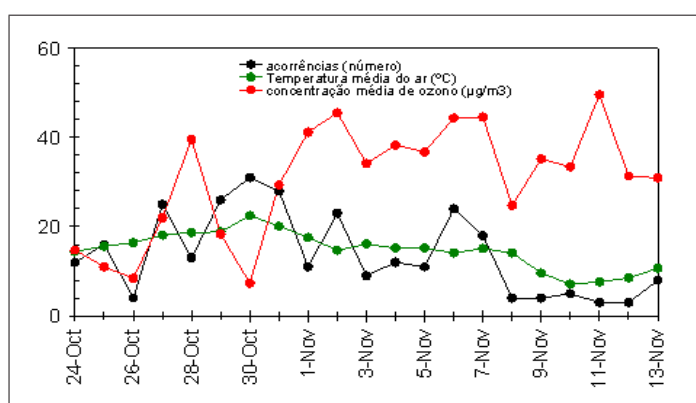


Figura 5.16: Dados registados (valores médios diários)

A figura 5.17 é muito interessante. Para o período em análise, os valores registados de  $CO$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$  e  $SO_2$  foram comparados com os valores indicados na Figura 5.12 para a qualidade do ar. Usaram-se as cores para identificação do índice IQar. Para o período mais gravoso de

acorrências e para  $CO$ , o valor médio mais alto registado foi de  $1687 \mu g/m^3$  e o valor máximo mais alto registado foi de  $6496 \mu g/m^3$  (indicia uma boa qualidade de ar).

	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
24-Out	2668	78	56	21
25-Out	2088	67	36	19
26-Out	3712	101	24	27
27-Out	1392	36	52	11
28-Out	2552	50	202	16
29-Out	5220	82	72	24
30-Out	3248	67	22	19
31-Out	4408	95	130	24
1-Nov	1276	25	62	5
2-Nov	4524	101	68	40
3-Nov	1508	50	70	16
4-Nov	2204	48	72	21
5-Nov	4176	78	62	21
6-Nov	3828	59	60	16
7-Nov	6496	103	66	40
8-Nov	1740	73	46	21
Máximo	6496	103	202	40

Figura 5.17: Valores registados: cores da classificação do IQar

Para  $NO_2$ , o valor médio mais alto registado foi de  $47 \mu g/m^3$  e o valor máximo mais alto registado foi de  $103 \mu g/m^3$  (indicia uma boa qualidade de ar); para  $O_3$ , o valor médio mais alto registado foi de  $46 \mu g/m^3$  e o valor máximo mais alto registado foi de  $202 \mu g/m^3$  (indicia uma fraca qualidade de ar); o valor foi registado às 11 horas do dia 28 de Outubro (podia ser nefasta para a saúde se a concentração e a exposição do paciente persistissem); para  $SO_2$ , o valor médio mais alto registado foi de  $13 \mu g/m^3$  e o valor máximo mais alto registado foi de  $40 \mu g/m^3$  (indicia uma muito boa qualidade de ar).

A última linha da figura 5.17 mostra os valores máximos registados para cada poluente bem como a cor indicada pela classificação do IQar.

As conclusões que derivam da análise de cores confirmam as anteriormente citadas.

Estudos deste tipo podem ser desenvolvidos como mais uma estratégia de ensino/aprendizagem durante a leccionação da unidade temática mudança global ou num outro contexto de trabalho na área projecto.

## Capítulo 6

# Considerações finais

Hoje em dia, pede-se à Escola um ensino que permita dar respostas aos problemas reais de conteúdo inter e transdisciplinares visando a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade e voltado para o pensar e agir.

Evidencia-se a necessidade de se evoluir de uma visão estreita do currículo, entendido como um conjunto de normas definidas pela administração educativa, a cumprir de modo supostamente uniforme por todas as escolas, para uma perspectiva que assuma a centralidade da escola na construção do currículo, articulando a matriz curricular estabelecida a nível nacional com os projectos desenvolvidos a nível de escola.

Preconiza-se a visão de um ensino holística de todas as áreas do conhecimento humano visando a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos, numa perspectiva interdisciplinar em que a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente deverá constituir uma vertente integrante e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos. Um ensino que facilite o desenvolvimento de competências ao nível do conhecimento, do raciocínio, e das atitudes. Que exija o envolvimento dos alunos no processo ensino/aprendizagem, através de experiências educativas diferenciadas, que promova a interligação entre teoria e prática, a escola e a realidade.

As visitas de estudo são uma das estratégias mais utilizadas pelos professores para atingir estes objectivos, ao nível das disciplinas que leccionam. Daí que seja uma prática muito utilizada como complemento para os conhecimentos previstos nos conteúdos programáticos que assim se tornam mais significativos. Por outro lado, as visitas de estudo têm sido um dos instrumentos privilegiados no desenvolvimento da Área-Projecto. Esta dimensão do currículo, visa



a concretização de saberes através de actividades e projectos multidisciplinares, a articulação escola - meio e a formação pessoal e social dos alunos.

Organizadas neste contexto, as visitas de estudo têm, progressivamente, acentuado o seu carácter interdisciplinar: as deslocações dos alunos surgem integradas em projectos - turma, colaborando na sua planificação e organização professores de diferentes disciplinas, onde uma mesma realidade é susceptível de ser abordada em diferentes perspectivas, tornando-se mais fácil para os alunos compreender, no concreto, que os conhecimentos não são compartimentados.

As visitas de estudo são vistas pelos Professores como uma actividade extremamente motivadora, que propicia contacto com o meio ambiente e favorecendo um maior conhecimento por parte do aluno, incutindo-lhe uma atitude de responsabilidade para com este, reforçando e associando as aprendizagens efectuadas com as estipuladas, fomentando a interdisciplinaridade e incentivando o trabalho colaborativo entre alunos e professores. Deste modo, as visitas de estudo contribuem para que os alunos atendam o seu espírito de investigação para complementarem o ensino efectuado dentro da sala de aula, consolidando as aprendizagens efectuadas e construindo um conhecimento sólido baseado na vivência de experiências próprias e no desenvolvimento de atitudes e valores. Contudo, as visitas de estudo são por vezes conotadas de passeio ou excursão, a ténue fronteira que separa as várias conotações atribuídas prende-se directamente com os vários contextos em que a aprendizagem é efectuada e com o aspecto organizacional.

Tendo em conta os aspectos referidos, desenvolveu-se uma ferramenta, com recurso as tecnologias multimédia, contextualizada no tema organizador - Sustentabilidade na Terra - Mudança Global - Tema Atmosférico para o 3.º Ciclo do Ensino Básico. A ferramenta desenvolvida possibilita alargar os horizontes da aprendizagem, proporcionando aos alunos não só o acesso aos produtos da Ciência mas também aos seus processos, envolvendo-os e fornecendo-lhes dados e orientações investigatórias para responder as questões preconizadas nesta temática. Esta contextualização permite aos alunos vivenciarem experiências de aprendizagem de forma activa e contextualizada, numa perspectiva global e interdisciplinar, num tema de difícil abordagem e que pressupõe a visita a uma estação meteorológica clássica como estratégia de ensino.

Para que a realização da visita de estudo à estação meteorológica clássica, em particular, à da Universidade de Aveiro se torne efectiva é necessário realizar uma planificação cuidada por parte dos Professores, não desprezando a importância da participação dos alunos no processo,

já que deste modo, reconhecem-se no processo organizativo e implicam-se com mais empenho no seu decorrer.

Sabendo-se da dificuldade por parte dos professores e alunos em organizarem a visita de estudo à estação meteorológica da Universidade de Aveiro, desenhou-se uma ferramenta, Estação Meteorológica Clássica Virtual, que permite acompanhar estes durante as cinco etapas de preparação, a primeira respeitante a concepção da visita, a segunda de preparação, a terceira de uma pré-visita, a quarta implementação e por último a pós-visita, num processo de ensino/aprendizagem inovador, numa prática produtiva e dinâmica de reinventar o acto de educar.

É importante frisar, que os alunos não aprendem a partir da ferramenta, mas a ferramenta apoia a construção de significados por parte dos alunos, e que o intuito desta não é substituir a estratégia visita de estudo, mas sim auxiliar a sua implementação.

Esta dinâmica de reinventar o acto de educar está na base do desenvolvimento da ferramenta, permitindo aos alunos e professores prepararem a visita de estudo à estação meteorológica da Universidade de Aveiro, através da Estação Meteorológica Clássica Virtual, de forma activa, construtiva, intencional, autêntica e cooperativa.

O recurso às tecnologias multimédia vem reduzir “ruído” cognitivo de modo a que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos na temática, servir como preparação inicial para ajudar na compreensão e proximidade dos espaços fora do contexto de sala de aula através da realidade virtual, fornecer aos estudantes tarefas com alto nível de interactividade, envolver os estudantes em actividades que explicitem a natureza da pesquisa científica, tornar conceitos abstractos mais concretos, reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar as relações causa - efeito em sistemas complexos, desenvolver habilidades de resolução de problemas, promover habilidades do raciocínio crítico, fomentar uma compreensão mais profunda dos fenómenos físicos, acentuar a formação dos conceitos, promover a mudança conceptual e auxiliar nas reflexões sobre a visita de estudo.

A ferramenta desenvolvida em CD-ROM inclui: informação sobre a Universidade de Aveiro/Departamento de Física; dados históricos, geográficos e logísticos da estação meteorológica; breve descrição dos instrumentos meteorológicos da estação meteorológica; abordagem da temática educação ambiental; interface em ambiente virtual imersivo e não imersivo da estação meteorológica; visualização de fotografias reais dos instrumentos da estação meteorológica; análise de alguns dados registados na estação meteorológica; informação sobre rede e

tipos de estações meteorológicas; construção de instrumentos meteorológicos.

Como é natural, em todos os trabalhos há uma reflexão critica construtiva. Neste sentido, consideramos haver um aspecto fraco devido a não se ter implementado a ferramenta desenvolvida em contexto de sala de aula na preparação de uma visita de estudo à estação meteorologia.

Espera-se que durante o próximo ano lectivo esta limitação possa ser avaliada. No entanto, será bom referir que conversas informais acerca desta nossa ferramenta com colegas do ensino mereceram os mais rasgados elogios e solicitação de um CD-ROM.

Como trabalho futuro a desenvolver pareceu-nos oportuno continuar a explorar esta ferramenta inovadora em contexto de visita de estudo, incluído modelos de diagnóstico do tempo atmosférico para a nossa latitude e uma base de dados registados na estação meteorológica.

As críticas construtivas que se recepcionem da utilização desta ferramenta serão consideradas numa revisão do CD-ROM.

Esperamos que esta ferramenta possa satisfazer de algum modo quem a utilizar, tal como, se passou connosco.

# Bibliografia

Almeida, A., 1998. *Visitas de estudo: Concepções e eficácia na aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.

Ausubel D., Novak N. e Hanassen D., 1984. *Psicologia educacional*. Interamericana. Rio de Janeiro, Brasil.

Braund M. e Reiss M. 2004. *The nature of learning science outside the classroom*. In braund, m. & reiss, m. learning science outside the classroom. New York: Routledge Farmer.

Britten, E., 2006. Sowing the seeds of creativity. *Primary science review*. 91, 22-25.

Bush R. K. e Prochnau J.J., 2004, Alternaria-induced asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 113, 227-234.

Cachapuz A., Praia J. e Jorge M., 2002. *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Ministério da Educação.

Caldeira M., Pina E. e Santos M., 2003. *Luz, cor e visão. Caderno do professor*. Exploratório - Centro de Ciência Viva de Coimbra.

Cármén L. Del e Pedrinaci E., 1997. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. I.C.E.Universitat Barcelona.

Cazelli S., Queiroz G., Alves F., Falcão D., Valente M., Gouvêa G. e Colinviaux D., 1999. *Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência*. In actas do encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Valinhos, São Paulo.

Chagas I., 1993. *Aprendizagem não formal/formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas*. Revista de Educação. Lisboa: Departamento de Educação da FCUL.

Comissão Europeia, 2002. *Decisão n.º 1600/2002/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Julho de 2002, que estabelece o sexto programa comunitário de acção em matéria de Ambiente*

Combs, A.W., 1989. New assumptions for teacher education. *Foreign Language Annals*. 22(2), 129-134

Cortelazzo C. e Iolanda B., 1997. *Os alicerces da educação e comunicação assistida pelo professor*. Universidade Federal de Santa Catarina.

Cuesta M., Garcia E. e Castro A., 2002. *Centros interactivos de ciência: Su papel en el aprendizaje de la física, en aspectos didácticos de física y química*. ICE. Universidade de Zaragoza.

Derry, S., 1990. *Flexible cognitive tools for problem solving instruction*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, Abril.

Deryn S. e Watson M., 1990. *Not just history - consider the humanities in computers in the history classroom*. School of Education, King's College London.

DeWitt J. e Osborne J., 2007. Supporting teachers on sciencefocused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International journal of science education*. 29 (6), 685-710.

DIB,C.Z., 1988. *Formal, Non-formal and Informal Education*. Cooperative Networks in Physics Education - Conference Proceedings. Nova York: American Institute of Physics, pgs. 300-315.

Dillon J., 2006. *Education! education! primary science review*. School of Education, King's College London.

Direção Regional de Educação do Norte, 2004. Ofício - circular: *Visitas de estudo ao estrangeiro e em território nacional; intercâmbios escolares; passeios escolares e colónias de férias.*

Diário da República. Decreto - Lei nº. 6/2001 de 18 de Janeiro. *I série nº. 15.* Ministério da Educação.

Diário da República. Lei nº. 46/1986 de 14 de Outubro. *I série nº. 237.* Ministério da Educação.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V., 1994. *Making sense of secondary science: Research into children's ideas.* New York: Routledge.

Duffy M. e Jonassen D. H., 1992. *Constructivism and the technology of instruction: A conversation.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Eshach H., 2007. Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology.* 16(2), 171-190

Falk J. e Dierking L., 2000. *Learning from museums.* walnut creek. CA: Altamira Press.

Fischer, Julianne, 1997. *Sugestões para o desenvolvimento do trabalho pedagógico.* Timbó: Tipotil.

Freitas, Mário, 2000. *O trabalho prático e experimental na educação em ciências.* Braga: Universidade do Minho.

Freitas Filomena e Martins Isabel, 2005. *Promover a aprendizagem das ciências no 1º. CEB utilizando contextos de educação não formal. enseñanza de las ciências.* Vol.3, nº.2. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro.

Gaddis B., 2000. *Learning in a virtual lab: Distance education and computer simulations.* Doctoral Dissertation. University of Colorado.

Gaspar A., 1993. *Museus e centros de ciência - conceituação e proposta de um referencial teórico*. Tese de Doutorado, FE - USP, São Paulo.

Gil F. e Lourenço M., 1999. *Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um museu. comunicar ciência*. Ministério da Educação - Departamento do Ensino Básico, Ano 1, Nº. 3.

Griffin J., 1998. Learning sciences through practical experiences, in museums. *International Journal of Science Education*. 18(7), 791-806.

Highwood and Kinnersley, 2006 E.J. Highwood and R.P. Kinnersley, When smoke gets in your eyes: the multiple impacts of atmospheric black carbon on climate, air quality and health. *Environment International* 32, 560-566.

Iribarne, J.V., Cho, H.-R., 1980. *Atmospheric Physics*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 212 pp

Instituto da inteligência do Porto, 2006. *Saúde - educação - desenvolvimento de talentos - ciências humanas*. <http://expresso.clix.pt/Actualidade/Interior.aspx?content-id=366882>.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. <http://www.ipcc.ch/index.htm>

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. <http://www.ipcc.ch/index.htm>

Jonassen D. H., 1991. *Objectivism vs. constructivism: Do we need a new paradigm?* Educational Technology: Research and Development.

Jonassen D. K. e Wilson B., 1999a. *Learning with technology: A constructivist perspective*. NJ: Merrill / Prentice Hall.

Jonassen D. K. e Wilson B., 1999b. *Learning with technology: A constructivist perspective*. Prentice Hall, Ohio.

King C., 2006. Putting earth science teaching into its outdoor context. *School science review*. 87(320), 53-60.

- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science field- trips. *Science Education*. 89, 936-955.
- Kommers P., Jonassen D. H. e Mayes J., 1992a. *Cognitive tools for learning*. Heideberg, Alemanha: Springer-Verlag.
- Kommers P., Jonassen D. H. e Mayes J., 1992b. *Cognitive tools for learning*. Spring-Verlag, Berlin.
- Lakin L., 2006. Science beyond the classroom. *Journal of biological education*. 40 (2), 89-90.
- Lebow D., 1995. *Constructivist values for instructional systems design: Five principles toward a new mindset*. Englewood Clifs, New Jersey.
- Likar A. e Kozuh V., 1996. *Animated physics. Proceedings of the girep-icpe-ictp international*. In: Conference: New waysof teaching physics. ljubjana, slovenia.
- Lowyck J., 2002. *Pedagogical design*. In: Adelsberger, collis and pawlowski ed. handbokk on information technologies for education and training. international. handbooks on information systems. Springer Verlag, Berlin.
- Lucas, K. B., 2000. *One teacher's agenda for a class visit to an interactive science center*. Science Education. The George Washington University Law School.
- Marandino M., 2001. *Interface na relação museu-escola. cadernos catarirenses no ensino da física*. Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Departamento de Metodologia do Ensino e Educação.
- McIntosh, D.H. e Thom, A.S., 1981. *Essentials of Meteorology*. Taylor & Francis LTD, London, 238.
- Millar R., Le Maréchal JF e Tiberghien A., 1999. *Mapping the domain - varieties of practical work*. Practical work in science education. Roskilde: University Press. 1, 33-59.



Ministério da Educação, 2001. *Departamento de educação básica*. Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais.

Moran, J. M., 2000. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus.

Neill J., 2004. *Outdoor education in the schools: What can it achieve?* In: 10 national outdoor education conference, sydney, australia. <http://www.wilderdom.com/html/outdoorededucationinschoolswhatcanitachieve.html> (acedido em 11/01/2009).

Novak J., Mintzes J. e Wandersse J., 1998. *Teaching science for understanding: A human constructivist view*. Academic Press, San Diego.

Oliveira C. C. de, Costa J. W. da e Moreira M., 2001. *Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo*. Campinas: Papirus.

Orion N. e Hofstein A., 1994. Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of research in science teaching*. 31(10), 1097-1119.

Paiva J., 2002. *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. Ministério da Educação; Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento.

Pea, R. D., 1985. *Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning*. Educational Psychologist.

Perkins, O. N., 1993. *Person-plus: A distributed view of thinking and learning*. In g. salomon (ed.). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge: Cambridge University Press.

Piaget, J., 1977. *Psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Zahar.

Pitton, S. E. e Domingos, A. E., 2004. *Tempos e doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes* In *Estudos Geográficos*. Rio Claro, 02(01), 75-86.

Ponte, João Pedro, 2000. *Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Proença, M., 1992. *Didáctica da história*. Lisboa: Universidade Aberta.

Reeves, D. H. Jonassen &., 1996. *Learning with technology: Using computers as cognitive tools. handbook of research for educational communications and technology*. New York: Macmillan.

Rennie, L.J., Feher, Dierking, & Falk., 2003. Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(2), 112-20.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi M. Y., Sanders, D., & Benefield, P., 2004, March. *A review of research on outdoor learning*. Shrewsbury, UK: National Foundation for Educational Research and King's College London.

Rosenquist L. Mark, McDermott C. Lillian., 1987. A conceptual approach to teaching kinematics. *American journal of physics*. 55, 407.

Salomon, G., 2003. *On the nature of pedagogic computer tools. the case of the writing partner*. Lawrence Erlbaum Associates.

Schön, D., 1992. *Formar professores como profissionais reflexivos*. Lisboa, Dom Quixote.

Slingsby, D., 2006. The future of school science lies outdoors. *Journal of biological education*. 40 (2), 51-52.

Stocklmayer S. e Gilbert J., 2002. *Informal chemical education*. In Gilbert, j. et al. (eds). chemical education: Towards research-based practice. Netherlands: Kluwer Academics Publishers.

Talaia M. e Agostinho N., 2007. *Estação meteorológica "virtual" e ambiente atmosférico no ensino das Ciências*. I Congresso Internacional de Educación Ambiental dos Países Lusófonos e Galicia. Santiago de Compostela

Talaia M. e Agostinho N., 2008. *Instrumentos meteorológicos no ensino das ciências - uma estação meteorológica clássica virtual*. Livro de resumos da 16.<sup>a</sup> conferência nacional de Física e 17.<sup>o</sup> encontro Ibérico para o ensino das ciências. Física 2008. Educação, Edu 31, 91.

Trowbridge E, David, McDermott C. Lillian, 1980. Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American journal of physics*. 48, 1020.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. 2003. *Inclusive education and icts*. [www.portal.unesco.org](http://www.portal.unesco.org).

Valente, J. A., 1993. *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Gráfica UNICAMP.

Vygotsky, L. S., 1987. *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Editorial La Pléyade.

Wellington J., 2000. *Teaching and learning secondary science. contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.

Yam Philip, 1993. *Surreal science - virtual reality finds a place in the classroom*. Scientific American.